



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# **Infrarakentamisessa käytettävien viemäri- ja hulevesiputkien sekä kaivojen vertailu**

Elias Lahti

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2016  
Rakennustekniikka  
Infrarakentaminen



# TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka  
Infrarakentaminen

LAHTI ELIAS:

Infrarakentamisessa käytettävien viemäri- ja hulevesiputkien sekä kaivojen vertailu

Opinnäytetyö 50 sivua, joista liitteitä 16 sivua  
Huhtikuu 2016

---

Aina kun uuteen rakennuskohteeseen suunnitellaan viemäri- ja hulevesiverkkoja, tullaan sama kysymyksen ääreen: mitä materiaalia tulisi käyttää? Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla eri infrarakentamisessa käytettävien putkien ja kaivojen materiaaliominaisuuksia sekä tuottaa niistä yhtenäinen tietopaketti. Sen lisäksi tarkastelun alla oli Destia Oy:n rakenteilla oleva Soljan kaava-alue, johon tulee uutta hulevesi- ja viemäri- linjaa. Tarkastelun tuloksena oli tarkoitus ottaa selville viemäri-/hulevesiverkon rakentamisen työteho ja miettiä vaihtoehtoratkaisua käytettyihin materiaaleihin. Tulosten analysoinnin teki vaikeaksi liian lyhyt tarkastelujakso, jonka seurauksena tulosten paikkaansa pitävyyttä tulisi tarkastella kriittisesti.

Työn tulokset materiaaliominaisuuksien vertailussa on toteutettu pääosin kirjallisuusaineiston perusteella. Soljan kaava-alueen työtehot on saatu työmaaseurannan perusteella Excel-taulukoista. Muut Soljan tiedot ovat peräisin haastatteluista, vesihuollon asemapiirustuksista, työselostuksesta sekä yksikköhintaluettelosta. Työn tuloksena saatiin kattava kuvaus eri materiaaliominaisuuksista, minkä avulla pystyy kohdekohtaisesti miettimään parasta ratkaisua. Soljan kaava-alueen tarkastelun tuloksena syntyi työmaakohtainen työtehon tulos ja eri materiaaliratkaisun läpikäynti.

Muovi materiaalina sopii perinteiseen rakentamiseen paremmin, mutta kun materiaalilta kysytään kestävyyttä vaikeissa olosuhteissa kuten kemikaaleja ja lämpötilaa vastaan, betoni on parempi ratkaisu. Myös läpimitaltaan suuret putket ovat lähes poikkeuksetta betonia. Rakennusaikaisen työtehon mittausta kannattaisi tehdä pidemmällä ajanjaksolla, jotta saataisiin työnteon viivästymisille pienempi marginaali ja näin enemmän todellisuutta vastaava arvo.

---

Asiasanat: viemärinti, hulevesi, materiaalit, solja

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering

**LAHTI ELIAS:**

Comparison of Sewer and Stormwater Pipes and Wells Widely Used in Infrastructure Constructions.

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 16 pages  
April 2016

---

Whenever planning a new sewage and stormwater system in construction site, it always comes to the same question: what material should be used? This thesis main goal was to compare the material properties of pipes and wells used in various infrastructure constructions as well as producing a unified data package. In addition, under review was Destia Oy's ongoing Solja's area which will have a new stormwater and sewage system. As a result, this review was intended to find out the sewer-/stormwater system construction work efficiency and think about an alternative solution to the materials used. Analyzing the results made hard the fact that the observation period was too short, as a result of which accuracy of the results should be examined critically.

The results of comparing material properties has been carried out mainly on the basis of literature. The work efficiency of Solja's area have been obtained from work monitoring and put in an Excel-spreadsheets. Other Solja's data comes from interviews, water layout drawings, work descriptions and unit price list. The result was a comprehensive description of the different material characteristics, which makes comparing different solution for each site much easier. As a result of analyzing Solja's area, was site-specific work efficiency performance and reviewing different material solutions.

Plastic as a material is more suitable for the traditional construction, but when it comes to strength in harsh environments for example against chemicals and temperatures, concrete is the better solution. Also large diameter pipes are almost invariably made of concrete. The work efficiency measurement should have been done for longer period of time in order to make work delays lower margin and thus more correspond for the reality of the value.

---

Key words: sewer, stormwater, materials, solja

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	Putkijärjestelmät.....	7
2.1	Yleistä.....	7
2.2	Historia.....	7
2.3	Materiaalien historia Suomessa .....	8
2.4	Vesihuoltoa ohjaavat lait .....	9
2.5	Asennus.....	9
2.5.1	Routa .....	10
2.5.2	Jäykkyys- ja kestävyysluokka.....	10
2.5.3	Kallistus .....	12
2.5.4	Mitoitus .....	13
2.5.5	Muodonmuutokset .....	13
3	MATERIAALIOMINAISUUDET.....	16
3.1	Kulutuskestävyys .....	16
3.1.1	Muovimateriaalit.....	16
3.1.2	Betoni .....	16
3.2	Mikrobikasvusto .....	17
3.3	Lämpötilamuutokset .....	17
3.4	Kemiallinen kestävyys .....	19
3.4.1	Betoni .....	19
3.4.2	Muovimateriaalit.....	21
3.5	Työmaalla asennus.....	21
3.6	Hinta.....	23
4	SOLJAN ASUINALUE .....	25
4.1	Yleistä .....	25
4.2	Materiaalit ja asennus .....	27
4.3	Putkien asennuksen työteho.....	30
4.4	Hulevesiputkien vaihtoehtoratkaisu.....	31
5	POHDINTA.....	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET .....	34

**ERITYISSANASTO**

hulevesi	Rakennetuilta alueilta poisjohdettava sade- ja sulamisvesi
sekaviemärointi	Hulevesi ja jätevesi johdetaan samaan putkistoon
PVC	Polyvinyylikloridi
PE	Polyeteeni
PP	Polypropeeni
EK	Eσίαςennettu kiintotiiviste

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön taustana toimi tarve saada koottua yhtenäinen tietopaketti eri putki- ja kaivomateriaalien ominaisuuksista. Monet kirjallisuuslähteet keskittyvät vain yksittäisiin materiaaleihin ja näin jättävät suppean kuvan materiaalin valitsijalle infrarakentamisessa käytettävistä raaka-aineista. Väärät materiaalivalinnat viemäri- ja hulevesirakentamisessa voivat merkittävästi heikentää suunniteltua käyttöikää ja näin alun perin halpa ratkaisu voi muuttua hyvinkin kalliiksi. Työn teettäjänä toimi Destia Oy, joka on Suomen johtavia rakennusalan yrityksiä.

Työssä keskityttiin myös Soljan asuinalueen putkimateriaalivalintoihin ja näiden rakentamisen työtehoihin. Tavoitteena oli selvittää olivatko materiaalivalinnat parhaat mahdolliset rakentamisen olosuhteisiin nähden ja mitkä työtehot kohteessa saavutettiin putkien asennusnopeuden kannalta. Soljassa putkijärjestelmien materiaaleina toimivat muovi ja betoni.

Työ rajattiin yleisimpiin käytettyihin materiaaleihin, jotka ovat muovi (PVC, PE, PP) ja betoni. Valurautaa ei otettu mukaan vertailuun, koska sen uusrakentaminen on marginaalista verrattuna tavanomaisiin ratkaisuihin.

## 2 Putkijärjestelmät

### 2.1 Yleistä

Veden johtaminen pois rakenteista on ollut ongelma, mihin on etsitty ratkaisua niin kauan, kun jotain on rakennettu. Vesi aiheuttaa rakenteissa muodonmuutoksia, heikkoutta muun muassa korroosion muodossa sekä tuottaa mikrobeille tarvittavan kasvualustan. Tästä syystä on kehitetty hulevesijärjestelmiä, joiden avulla vesi johdetaan pois rakenteista ja näin turvataan mitoitettu rakenteen elinkaari sekä vähennetään tarvittavia korjauskustannuksia.

Toinen ongelma, johon on kehitetty maanalainen putkijärjestelmä, on viemärointi. Entisaikaan ihmiset heittivät likavetensä kaduille, mikä johti sairausepidemioihin, joihin ei enää nykyajan suurissa kaupungeissa ole varaa. Tästä syystä jätevesi kerätään kootusti putkistoihin ja ohjataan jätevedenpuhdistamoille.

### 2.2 Historia

Vanhimmat huleveden johtamiseen tarkoitetut kourut ajoittuvat noin vuoteen 3000 eKr. Mesopotamiaan ja vanhimmat viemärointiin ajalle 500 eKr. Roomaan. Rooman valtakunnan hajoamisen jälkeen huleveden johtaminen ja viemärointi jäivät unholaan, ja ne palasivat yleisesti käyttöön vasta 1800-luvulla Euroopassa. (Katko 1996, 23–25) Ensimmäisiä nykyaikaisia viemäreitä rakennettiin Englantiin ja Saksaan, koska kaupungistuminen aiheutti paineita ratkaista ulosteiden aiheuttamat ongelmat. Viemärit toimivat sekaviemäreinä eli jätevesi ja hulevesi johdettiin samaan putkeen niin kuin vielä nykyäänkin monissa Euroopan suurkaupungeissa. (Katko 1996, 39.)

Suomessa ennen varsinaisen viemärlaitoksen kehitystä käytettiin Turussa 1830-luvun alkupuolella puisia viemäreitä lähinnä sade- ja maavesien johtamiseen. Ensimmäinen yleinen viemäri rakennettiin Helsinkiin vuonna 1875. Suomessa käytettiin myös aluksi sekaviemäreitä 1930-luvulle saakka ja ensimmäisenä erillisviemärointiin siirtyi Helsinki

vuonna 1938. Tähän aikaan viemärit toimivat pääosin viettoviemäreinä. Nykyään suurimmaksi osaksi on siirrytty erillisviemärointiin, koska se helpottaa jätevedenpuhdistamoiden toimintaa ja vähentää hajuhaittoja. (Katko 1996, 56–57.)

Suomessa nähtiin 1960–1980 -luvuilla voimakasta kasvua vedenhuollon kehittämisessä muun muassa vuonna 1962 kirjatun Vesilain myötä. Viemäreiden kokonaispituus alkoi kasvaa merkittävästi, kun kaupungit rakennuttivat jätevedenpuhdistamoita. (Katko 1996, 158.)

### **2.3 Materiaalien historia Suomessa**

Ensimmäiset Helsingin viemäriputket olivat neliskulmaisia puulaatikoita tai kivistä muurattuja. Puusta rakennetut olivat todennäköisesti laudoista kasattuja. Tiili ja saviputket tulivat käyttöön 1880-luvulla ja syrjäyttivät puun 1890-luvulla. Vuonna 1888 viemäriverkon pituus oli 27 km ja vuosisadan taitteessa 38,7 km. (Katko 1996, 57.)

Betoni on materiaalina yli 2000 vuotta vanha, mutta nykyaikaisen betoniteknologian voidaan katsoa alkaneen 1800-luvulla portlandsementin keksimisen myötä. (Betoniviemärit 2003, 7) Suomessa alettiin 1900-luvun alkupuolella käyttämään betonia pääraaka-aineena viemäriputkissa ja sen valtakausi kesti 1980-luvulle asti, kunnes muovi materiaalina ohitti sen viemärikilometreissä mitattuna. (Katko 1996, 219.)

PVC:tä valmistettiin ensimmäisen kerran vuonna 1860, mutta sen kaupallinen valmistus aloitettiin vasta 1930-luvulla. Pohjoismaissa PVC- ja PE-putkien käyttö aloitettiin 1950-luvun keskivaiheilla ja niille saatiin paineputkistandardit 1960-luvun alusta. Muoviputkilla on tänä päivänä johtava markkinaosuus useimmilla käyttöalueilla, mikä pohjautuu pääosin niiden halpuuteen ja asennushelpouteen. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 7.)



## 2.4 Vesihuoltoa ohjaavat lait

Suomessa on paljon vesihuoltoon liittyviä lakeja. Näitä lakeja ovat muun muassa Maankäyttö- ja rakennuslaki, Vesihuoltolaki, Vesilaki ja Ympäristönsuojelulaki. Lakien tehtävä on ohjeistaa ja antaa määräyksiä tarvittavien toimenpiteiden tekoon. Jokainen lakikokoelma ottaa kantaa asioihin hieman eri näkökulmasta. Lakikokoelmista on poimittu kohdat, jotka liittyvät viemärointi- tai hulevesiverkkoon.

Maankäyttö- ja rakennuslaki ottaa kantaa vesihuollollisiin tehtäviin enemmän suunnittelun näkökulmasta ja on enemmän yleismaallinen lakikokoelma, koska se kattaa muitakin rakentamisen osa-alueita. Vesihuoltoon liittyvät eniten luku 12 ”Kadut ja muut yleiset alueet” ja luku 13a ”Hulevesiä koskevat erityiset säädökset”. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132)

Eniten vesihuoltoon ottaa kantaa Vesihuoltolaki. Luvun 1 ensimmäinen pykälä tiivistää lakikokoelma lähtökohdat hyvin: ”Tämän lain tavoitteena on turvata sellainen vesihuolto, että kohtuullisin kustannuksin on saatavissa riittävästi terveydellisesti ja muutoinkin moitteetonta talousvettä sekä terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärointi.”(Vesihuoltolaki 9.2.2001/119)

Vesilaki on hyvin laaja kokoelma lakeja, jotka kaikki liittyvät jotenkin veteen. Viemäri-/hulevesiverkkoihin liittyvät luvun 4 pykälä 8 ”Vesijohdon ja laitteistojen sijoittaminen” ja luvun 19 pykälä 14 ”Jäteveden johtaminen”. (Vesilaki 27.5.2011/587)

Ympäristönsuojelulaki sisältää myös laajalta alalta lakimääräyksiä ja vesihuoltoon niistä liittyvät luvun 6 pykälät 67–69 ja luku 16 ”Jätevesien käsittely ja johtaminen viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla”. (Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86)

## 2.5 Asennus

Jäte- ja hulevesiviemäreitä asennettaessa tulee ottaa putken kestävyys ja toimivuuden kannalta useita asioita huomioon, joihin tulee paneutua ennen putkien varsinaista asen-

nusta. Näitä ovat muun muassa routa, tiivistystyön laatu, liikennekuormitus, putken jäykkyy- ja kestävyysluokka, putken koko vesimääriä vastaavaksi ja toimiiko putki viettona vai pumppaamalla.

### 2.5.1 Routa

Maaperän jäätyamisen kannalta putkien asennussyvyyteen vaikuttavat mm. maalajin routivuus, pohjavedenpinnan korkeus, putkistoista vapautuvan lämmön määrä ja paikkakunta eli pakkasmäärä. Jäätymissyvyys ilman lunta on Etelä-Suomessa enimmillään 2–3 m ja Pohjois-Suomessa 3–4 m maalajista riippuen, jos putket eivät vapauta lämpöä. Jos putket jätetään lähemmäksi maanpintaa, tulee niihin käyttää esieristettyjä putkielementtejä, putken ympärille tehtäviä lämmöneristystä tai erillisiä routasuojauksia. Tavallisimmin käytetään kuitenkin routimatonta maa-ainesta kuten kevytsoraa. (Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket 2013, 26.)

### 2.5.2 Jäykkyys- ja kestävyysluokka

Muovi- ja betoniputkilla on erilaiset standardit maanalaista kestävyyttä mitattaessa. Muoviputket käyttävät SN- ja PN-luokitusta, kun taas betonilla on B, Br ja Dr luokat. Viettoputkien jäykkyys- ja kestävyysluokan valintaan vaikuttavat ensisijaisesti putken ympärillä oleva täyttömateriaali, sen tiivistys sekä putkeen kohdistuva kuormitus (peitesyvyys ja liikennekuormitus). Ohessa kuva tavanomaisesta maaviemäri PVC-putkesta (kuva 1).



*KUVA 1. PVC-putki*

Muovisen viettoputken liikennealueiden ulkopuolella rakennettaessa ja alkutäytön ollessa tiivistetystä hiekasta, sorasta tai murskeesta, käytetään 6 m peittosyvyyteen saakka vähintään jäykkyysluokkaa SN 4. Yli 6 m jälkeen jäykkyysluokan on oltava vähintään SN 8. Liikennealueelle asennettaessa muovisten viettoputkien peitesyvyyden lisäksi putkeen kohdistuu myös liikennekuormitus, jotka näkyvät alla olevassa taulukossa 1. (Maahan ja veteen asennettavat kestormuoviputket 2013, 31.)

*TAULUKKO 1. Kestomuoviputkien jäykkyysluokat liikennealueilla (Maahan ja veteen asennettavat kestormuoviputket 2013, 31)*

Alueen käyttötarkoitus	Peitesyvyys (m) putken laesta Alkutäyttömateriaali tiivistetty Hk, Sr, M	Jäykkyysluokka
Kevyen liikenteen väylät ja vastaavat, pihat	0,8–6,0 0,8–6,0 > 6,0	SN 2, DN 1400–2000 SN 4 SN 8
Kadut ja vastaavat, yleiset paikoitusalueet, tavaraliikenteen kentät	1,0–6,0 > 6,0	SN 8 SN 16 tai vastaava paineputki

Betoniputken kestävyysluokka määräytyy yleensä enimmäis- ja vähimmäispeitesyvyyden mukaan. Sallitut peitesyvyydet eri kestävyysluokissa riippuvat alkutäytön tiivistyksestä ja putken raudoituksesta. Ohessa taulukko 2, jossa on esitetty peitesyvyydet ja niille putkiluokat.

*TAULUKKO 2. Betoniputkien sallitut peitesyvyydet (Betoniviemärit 2003, 59)*

PUTKI-LUOKKA	TIIVISTETTY		EI TIIVISTETTY	
	maks.	min.	maks.	min.
B	5,00	0,60	4,00	1,00
Br	8,00	0,40	5,00	0,60
Dr	13,00	0,20	7,50	0,40

Pääsääntöisesti pieniläpimittaiset (225–400 mm) putket ovat raudoittamattomia ja suuri-läpimittaiset (>500 mm) ovat raudoitettuja. Raudoituksen perusteita ovat mm. putken koko, kestävyysluokka, kuormituksen muutokset ja varmuus putken kestävyydestä. Alla kuva 2 normaalista Ek-betoniputkesta. (Betoniviemärit 2003, 59.)

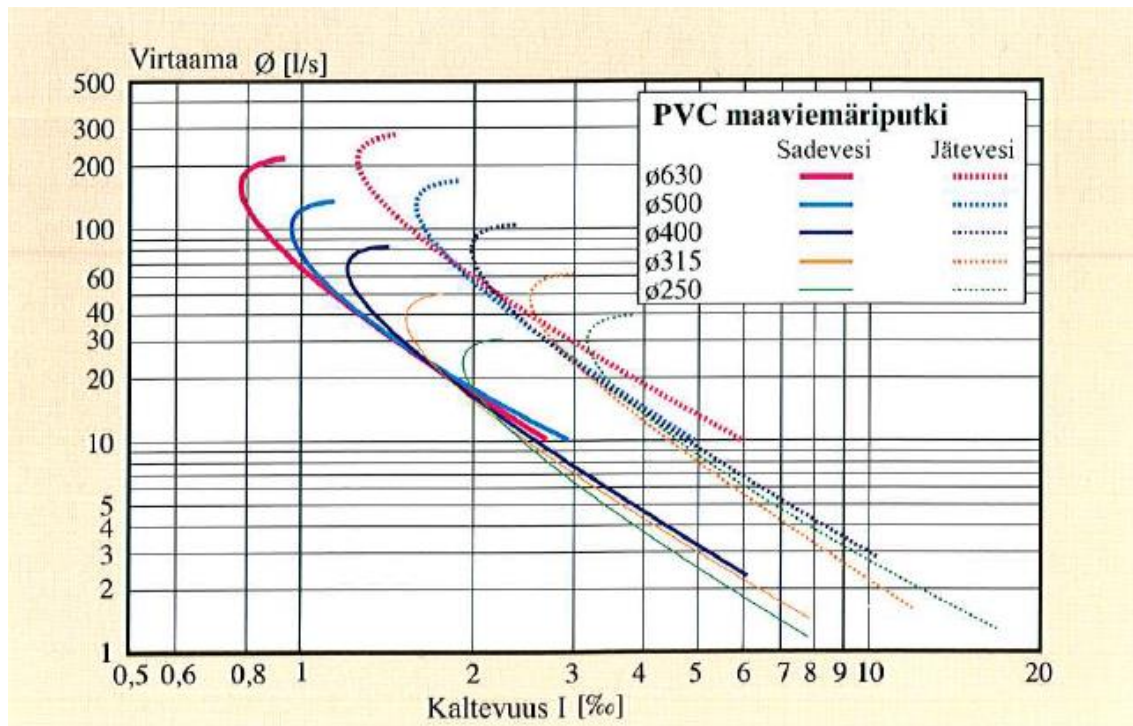


EK-putki

KUVA 2. EK-putki (Betoniputket ja -kaivot 2015, 3)

### 2.5.3 Kallistus

Kiintoaineksen sedimentoitumisen estämiseksi on viettoputki asennettava sellaiseen kaltevuuteen, että siitä tulee itsepuhdistuva. Viemäriputki katsotaan itsepuhdistuvaksi, jos veden hankausjännitys putkiston pohjalla on yli  $1,5 \text{ N/m}^2$ . Jos hankausjännitys jää alle  $1,0 \text{ N/m}^2$ , putkisto luokitellaan ei-itsepuhdistuvaksi. Alla kuva 3, joka esittää virtaaman ja kaltevuuden vaikutuksen itsepuhdistuskykyyn eri läpimitaltaan olevissa putkissa. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 54.)



KUVA 3. Viettoputkien itsepuhdistuskyky (Muoviputkijärjestelmät 2003, 54)

#### **2.5.4 Mitoitus**

Viemäriverkon mitoitus koostuu yksittäisten putkien mitoituksista. Putkikoko määräytyy mitoituksen ohjevuoden huippuvirtaaman mukaan ja ohjevuosi päätetään viemäriputken teknisen käyttöiän mukaan. Tavallisesti mitoitusjaksona käytetään 30–50 vuotta. Ohjevuoden huippuvirtaama määritellään vesijohtoverkkoon liittyneiden kiinteistöjen asukasmäärän, vesilaitoksen keräämien kulutustietojen, teollisuuden ja muun vedenkäytön sekä paikkakunta-kohteisten maksimi- ja minimikulutustekijöiden perusteella. Mitoitus tarkistetaan pitäen ehtona viemärin huuhtoutumista. (Betoniviemärit 2003, 42.)

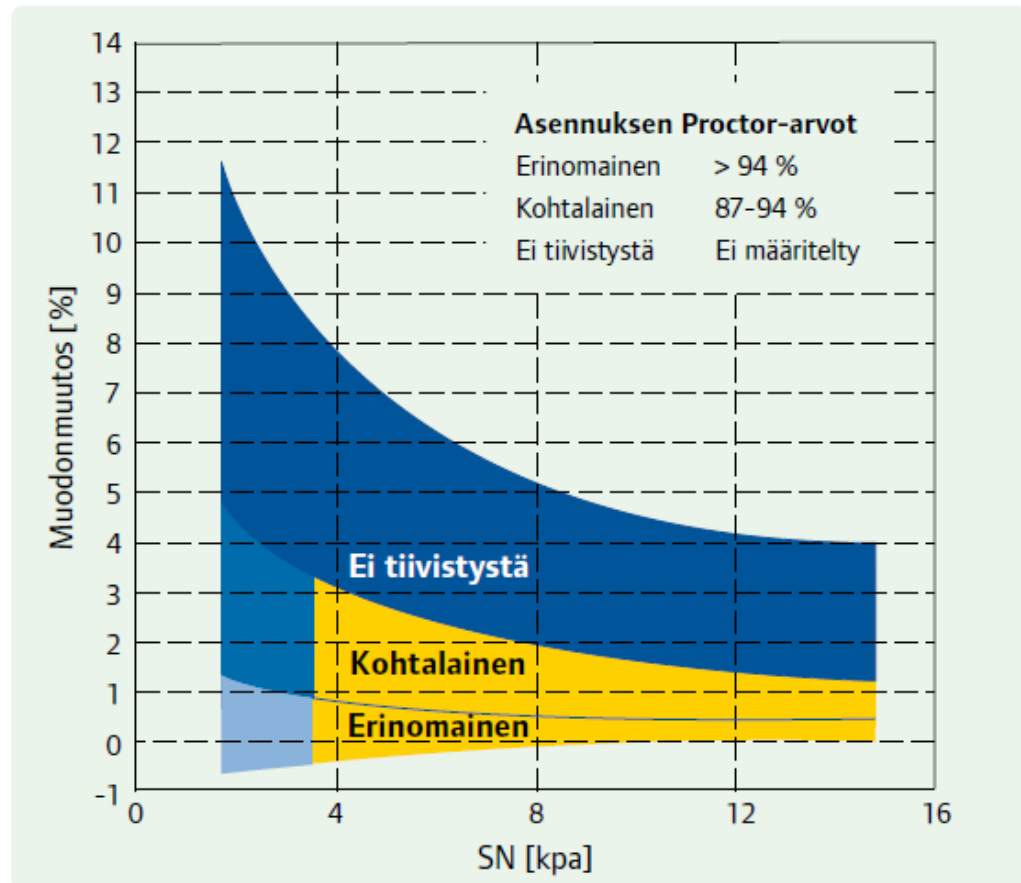
Hulevesijärjestelmän putkikoon mitoittavaksi vesimääräksi määritellään tietyin väliajoin toistuvan mitoitusasteen perusteella. Mitoitussade tarkoittaa suurinta hulevesimäärää, jonka välittömäksi poisjohtamiseksi viemäri mitoitetaan. Mitoitushulettä ei kuitenkaan valita sellaiseksi, että rankimpien sateiden vedet mahtuisivat viemäriin, vaan niille sallitaan väliaikainen tulviminen ja lammikoituminen. (Betoniviemärit 2003, 43.)

#### **2.5.5 Muodonmuutokset**

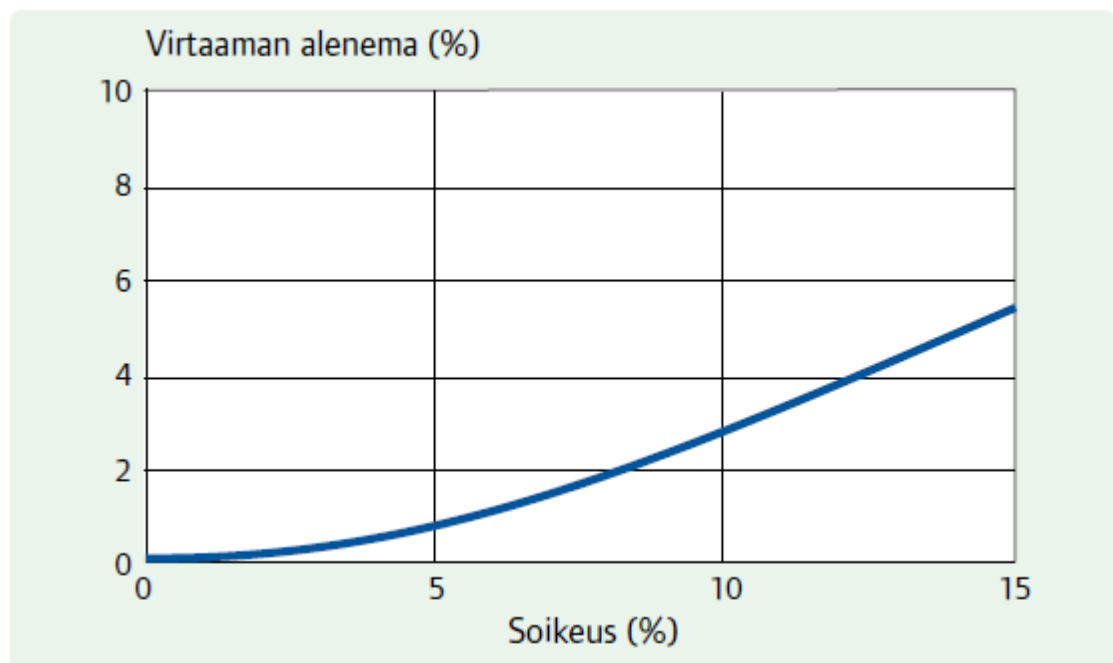
Muoviputkissa toisin kuin betoniputkissa tapahtuu muodonmuutoksia. Näitä muodonmuutoksia ilmaantuu, kun ne asennetaan maan alle ja tarvittavia maa-aineksen tiivistystöitä laiminlyödään. Tiivistyksen tärkeyden voi havaita kuvissa 4 ja 5. Jos muoviputkeen kohdistuva kuormitus on tasaista koko putkikehällä, putki säilyttää alkuperäisen muotonsa. (Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket 2013, 44.)

Muoviputkia maahan asennettaessa on lähdettävä kuitenkin siitä, että putken alla ja ympärillä olevaa alkutäyttöä ei pysty aina rakentamaan täysin homogeeniseksi. Alun perin tasainen kuormitus putkikehällä voi aikaa myöten muuttua epätasaiseksi. Tällöin muoviputki saattaa siihen kohdistuvan epäsymmetrisen kuormituksen seurauksena deformatua eli putken muoto muuttuu pyöreästä hieman soikeaksi. (Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket 2013, 45.)

Muodonmuutoskäyrä



KUVA 4. Tiivistyksen merkitys putki asennuksessa (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 54)



KUVA 5. Putken soikeuden ja virtaaman suhde (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 54)

Putkien sallittaville muodonmuutoksille on annettu raja-arvot. Nämä raja-arvot määräytyvät ensisijaisesti putkimateriaalista. Suurimmat sallitut muodonmuutokset asentamisen jälkeen on listattu alla olevassa taulukossa 3. Sallittujen muodonmuutosten taustana on se, ettei putken muodonmuutos oikeita asennustapoja käyttäen yli 15 % putkistojen käyttöaikana. (Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket 2013, 45.)

*TAULUKKO 3. Sallitut soikeusasteet (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 52)*

**Muovisen viettoviemäriputken poikkileikkauksen sallitut soikeusasteet ja muodonmuutokset asentamisen jälkeen**

Putken materiaali	Putken suurin sallittu soikeusaste %	Putken poikkileikkauksen suurin sallittu muodonmuutos asentamisen jälkeen %
PVC	1	8
PE	2	9
PP	2	8

### **3 MATERIAALIOMINAISUUDET**

#### **3.1 Kulutuskestävyys**

##### **3.1.1 Muovimateriaalit**

Muovimateriaaleilla on todella hyvä kulutuskestävyys, jonka ansiosta esimerkiksi PE- ja PP-putket ovat erittäin käyttökelpoisia lietteiden pumppaukseen. Kuluminen tapahtuu pumppauksessa ensisijaisesti käyrissä. Muovimateriaalien kuluminen on tavallisesti vain murto-osa teräsputkikäyrien kulumisesta. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 20.)

Viettoputkissa kulumisella ei ole merkitystä, vaikka vesi sisältäisi huomattavia määriä hiekkaa. Kestomuoviputkissa voidaan arvioida, että kuluminen 100 vuoden käyttöiän aikana on 0,5 mm. Näin ollen kulumisella ei ole merkitystä ohutseinämäisissäkään putkirakenteissa. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 20.)

Hiekan aiheuttamasta kulutuksesta on tuotettu monta tutkimusta. Tavallisesti kulumiskoe tehdään Darmstadt/Kirschmer-menetelmällä, jossa tutkittava putki täytetään hiekalla ja vedellä, jonka jälkeen putkea kallistetaan 22,5 astetta edestakaisin. Jokainen jakso kestää 4–4,5 s ja sisältää 3 kg hiekan kuljetuksen. 10 000 jakson jälkeen vesi/hiekka vaihdetaan, koska hiekkarakeet hioutuvat pyöreiksi. Teknologisk Institut Tanskassa on tehnyt näitä mittauksia 200 mm halkaisijaltaan olevilla PVC- ja PP-putkilla. 130 000 jakson jälkeen, mikä vastaa noin 195 vuoden hiekankuljetusta normaalissa viemäriputkessa, on saatu noin 0,1 mm kuluma molemmissa putkityypeissä. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 20–21.)

##### **3.1.2 Betoni**

Tutkimusten perusteella betoniputkille voidaan normaaleissa olosuhteissa ennustaa kulumisriskillä mitoitettuna 100 vuoden käyttöikää. Kulutuskestävyyttä voidaan parantaa muuttamalla betonin vesisementtisuhdetta alhaisemmaksi, jolloin betonin tiiveys, kemiallinen kestävyys ja kulutuskestävyys paranevat. Betoni on näin ollen paremmin muokattavissa olosuhteiden vaatimiin tarpeisiin. (Betoniviemärit 2003, 10.)



### 3.2 Mikrobikasvusto

Viemärijohtojen sisäpinnalle kehittyy ajan myötä biokalvo. Se kehittyy kaikkiin putkimateriaaleihin ja saa ravintonsa putkessa virtaavasta nesteestä. Osa tutkimuksista viittaavat siihen, että biokalvo muoviputkissa voi olla pienempi kuin muissa putkimateriaaleissa. Todennäköinen syy tälle on, että putken sileä sisäpinta tekee biokalvon tarttumisen vaikeammaksi. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 19.)

### 3.3 Lämpötilamuutokset

Betonisten EK-putkien hyvät ominaisuudet, kuten tiiveys, kemiallinen kestävyys, kyky kestää korkeita lämpötiloja väsymättä, pieni pituuden lämpölaajenemiskerroin ja lujuus ulkopuolista kuormitusta vastaan ovat tehneet niistä useasti käytettyjä teollisuuden prosessi- ja purkuvesiputkia. Teollisuudessa putkien lämpötilat saattavat vaihdella päivittäin useita kymmeniä asteita, pitkissä linjoissa se tarkoittaa jopa metrin lämpölaajenemaa tai -kutistumaa. EK-putkien lämpölaajenemiskerroin on 0,012 mm/m °C, mikä on 6–20 kertaa pienempi kuin kestumuviputkilla. EK-putkissa tällainen pituudenmuutos tasoittuu noin kahden metrin välein olevaan saumaan. Korkeita lämpötiloja kestävä on kehitetty peroksidivulkanoitu EPDM (eteenipropeeni) EK-tiiviste, joka kestää +80 °C jatkuvaa lämpötilaa. Alla taulukko 4, missä näkyy muoviputkien käyttölämpötilat hetkellisesti ja katkuvana. (Betoniviemärit 2003, 21.)

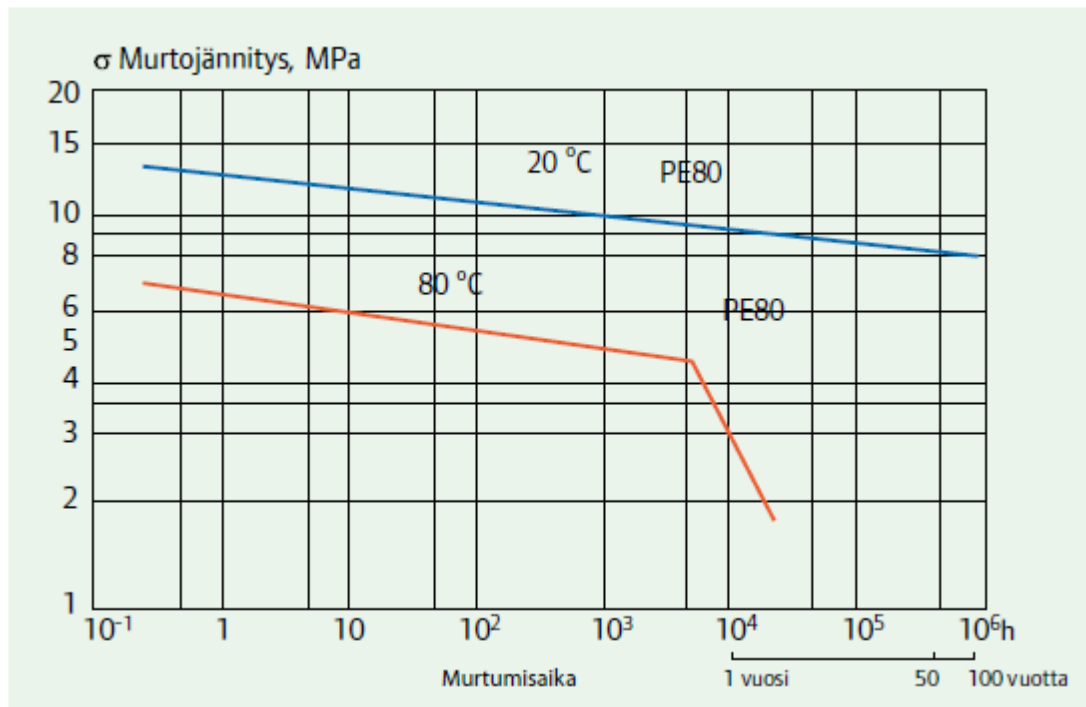
*TAULUKKO 4. Muoviputkien materiaaliominaisuudet (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 17)*

Materiaaliominaisuudet

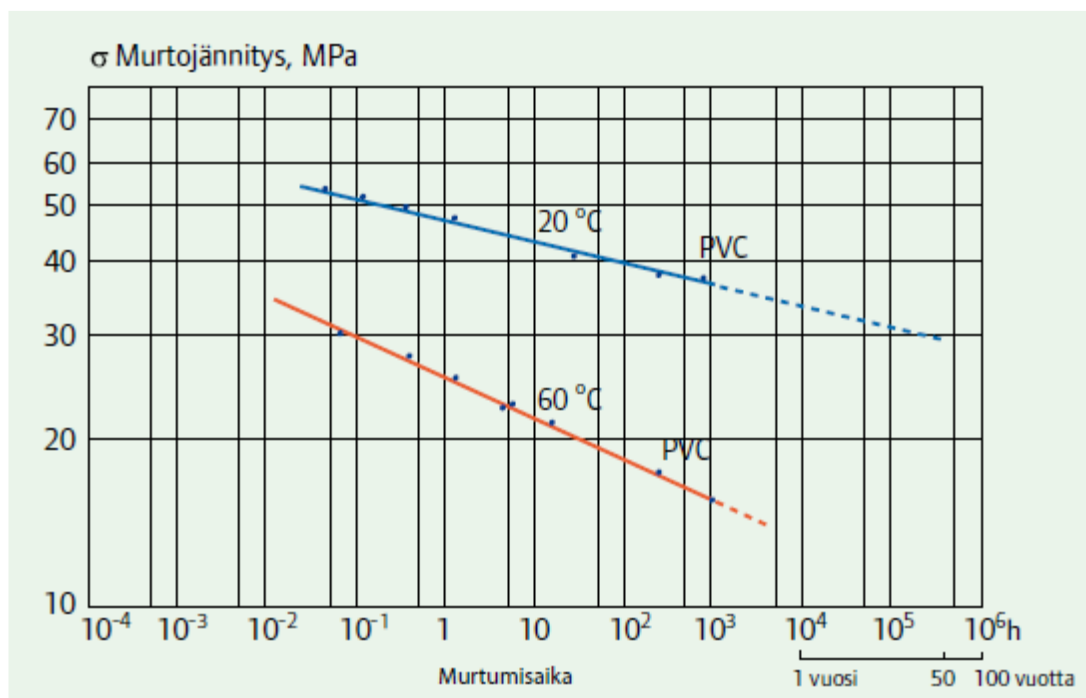
	PVC	PEM	PEH	PP
Syttyvyys	heikko –	suuri ++	suuri ++	suuri ++
Poltettavuus	ei –	kyllä ++	kyllä ++	kyllä ++
Vetolujuus MPa	44 ++	15 –	22 +	30 +
Kimmokerroin MPa	3000 ++	400 –	900 +	1250 +
Pituuden lämpötilakerroin mm/m °C (Lämpöliike)	0,08 +	0,13...0,17 –	0,17 –	0,18 –
Lämmönjohtavuus W/m °C (Eristyskyky)	0,16...0,21 ++	0,32 +	0,43...0,52 +	0,22 ++
Max. käyttölämpötila °C - jatkuva	75 ++	45 +	45 +	85 ++
Max. käyttölämpötila °C - hetkellinen	95 ++	85 +	85 +	100 ++
Liimattavuus	kyllä ++	ei –	ei –	kyllä +
Hitsattavuus	ei –	kyllä ++	kyllä ++	kyllä +
Taipuisuus	heikko –	hyvä +	hyvä +	hyvä –
Iskulujuus kylmässä (-20 °C)	heikko –	hyvä +	hyvä +	erit. hyvä ++
Iskulujuus	hyvä +	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++
Kemiallinen kestävyys	(hyvä) +	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++	erit. hyvä ++
Kierrätettävyy	hyvä +	hyvä +	hyvä +	hyvä +
Tiheys kg/m³ (Paino)	1400...1500 +	939...943 +	940...970 +	900...938 +
Öljyn ja kaasun läpäisevyys	ei läpäise +	läpäisee –	läpäisee –	läpäisee –

Suhteelliset arvosanat: – heikko + hyvä ++ erittäin hyvä

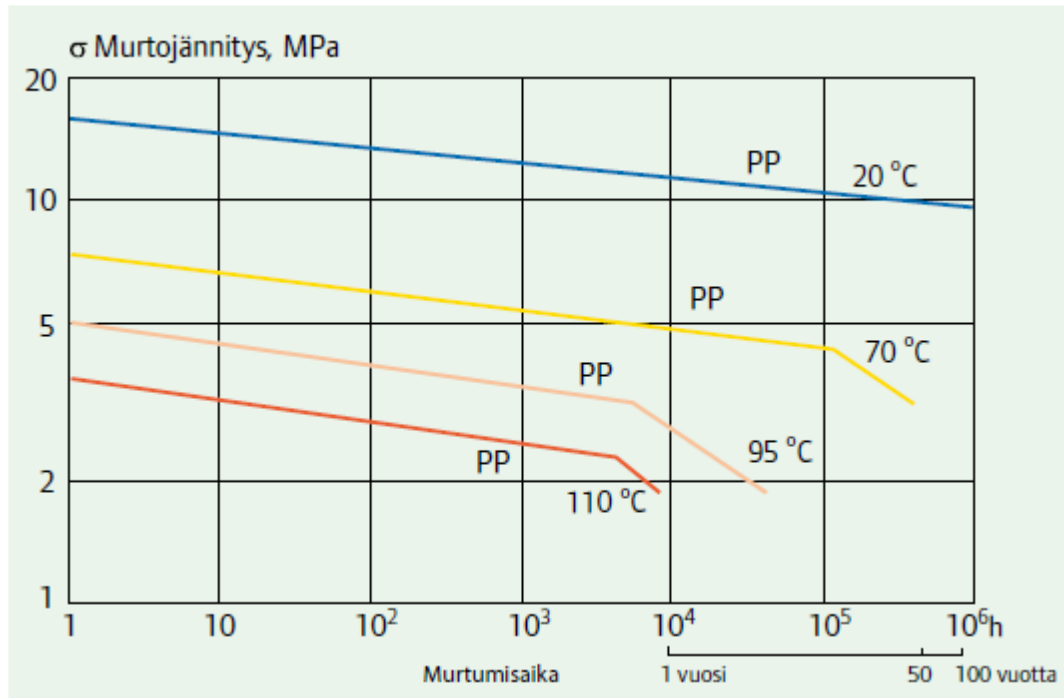
Muoviputket eivät kestä jatkuvaa korkeaa lämpötilaa, vaan tutkimukset ovat osoittaneet, että vanhenemisnopeus lähes kaksinkertaistuu aina, kun lämpötilaa nostetaan 10 °C peruslämpötilasta, mikä on 20 °C. Alla olevissa kuvissa 6, 7 sekä 8 näkyy eri materiaalien käyttöikäkäyrät. (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 18.)



KUVA 6. PE80-materiaalin käyttöikäkäyrä (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 20)



KUVA 7. PVC-materiaalin käyttöikäkäyrä (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 21)



KUVA 8. PP-materiaalin käyttöikäkäyrä (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 21)

### 3.4 Kemiallinen kestävyys

#### 3.4.1 Betoni

Betoni omaa verrattain hyvän kemiallisen kestävyuden, kuten jo aikaisemmassa luvussa mainittiin. Kemiallisen rasituksen kesto riippuu pääasiallisesti kolmesta tekijästä: betonin valmistuksessa käytetyn sementin määrästä, sen tyypistä ja kovettuneen betonin ominaisuuksista. Betonin sideaineen eli sementtikiven huokoisuus ja erityisesti betonin tiiveys ovat osatekijöitä siihen, kuinka helposti betonia heikentävät aineet voivat siihen tunkeutua. Sementtikiveen muodostuva huokosmäärä ja huokosten koko johtuvat pääasiassa betonimassan vesisementtisuhteesta, jonka tulee olla alhainen putkirakenteissa, koska se takaa korkean lujuusluokan. Putkibetonit ovat kuivia massoja, joiden vesisementtisuhte on alhainen eli noin 0,3–0,4. (Betoniviemärit 2003, 11.)

Maaperän kannalta haitallisimpia ovat korkeat sulfaatti- tai sulfiittipitoisuuksiltaan olevat maat, kiisupitoiset kallioalueet ja suoalueet, joissa on hiilihappopitoinen pohjavesi. Epäiltäessä aggressiivisia maaperäolosuhteita tulee tutkimusten perusteella valita oikeat tuoteominaisuudet, jotta normaali käyttöikä saavutetaan. Tämän lisäksi tiivistämällä putken

ympärys esimerkiksi moreenisavella voidaan haitallista pohjaveden virtaamaa pienentää niin, että ne muuttuvat putkelle lähes vaarattomiksi. Alla olevassa taulukossa 5 on lueteltu raja-arvot eri aineille ja niiden toimenpidevaatimukset. (Betoniviemärit 2003, 11–12.)

Betonille haitallisimpia ovat happamat ja sulfaattipitoiset jätevedet. Veden haitallisuus riippuu sen kovuudesta niin, että pehmeä vesi, jossa on vähän Ca-yhdisteitä, on haitallisempaa kuin kova vesi. Myös suuri hiilihapon eli veteen liuenneen hiilidioksidin määrä alentaa betonin emäksisyyttä ja näin ollen heikentää betonin teräksiä suojaavia ominaisuuksia. Karbonatisoitumisreaktio on sukua hiilihapon haitalliselle vaikutukselle ja tämä voidaan estää käyttämällä tarpeeksi korkealuokkaista betonia ja riittävää suojabetonipaksuutta. (Betoniviemärit 2003, 12.)

*TAULUKKO 5. Betonin maaperävaatimukset (Betoniviemärit 2003, 12)*

Yksittäisen kemiallisen ominaisuuden suurimman rasituksen arvo määrittää luokan.				
Jos kaksi tai useampi aggressiivista ominaisuutta johtaa samaan luokkaan, ympäristö luokitellaan seuraavaan korkeampaan luokkaan, ellei erityisesti tätä varten suoritetulla selvityksellä osoiteta, ettei se ole tarpeen.				
Kemiallinen ominaisuus	Testausmenetelmä	XA1	XA2	XA3
Pohjavesi				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	EN 196-2	≥ 200 ja ≤ 600	> 600 ja ≤ 3000	> 3000 ja ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 ja ≥ 5,5	< 5,5 ja ≥ 4,5	< 4,5 ja ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> mg/l aggressiivinen	prEN 13577:1999	≥ 15 ja ≤ 40	> 40 ja ≤ 100	> 100 kyllästymiseen asti
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	ISO 7150-1 tai ISO 7150-2	≥ 15 ja ≤ 30	> 30 ja ≤ 60	> 60 ja ≤ 100
Mg <sup>2+</sup> mg/l	ISO 7980	≥ 300 ja ≤ 1000	> 1000 ja ≤ 3000	> 3000 kyllästymiseen asti
Maaperä				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg <sup>a</sup>	En 196-2 <sup>b</sup>	≥ 2000 ja ≤ 3000 <sup>3</sup>	> 3000 <sup>c</sup> ja ≤ 12000	> 1000 ja ≤ 3000
Happamuus	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	Ei esiinny käytännössä	
Betonille asetettavat vähimmäisvaatimukset eri rasitusluokissa				
vesi-sementtisuhde		0,55	0,50	0,45
lujuus		K37	K37	K45
sementtimäärä kg/m <sup>3</sup>		300	320	360
sementtilaatu, kun rasitus johtuu sulfaateista		ei vaatimusta	SR-sementti	SR-sementti

### 3.4.2 Muovimateriaalit

Muovimateriaaleja ei käytetä paljolti teollisuusvesien johtamisessa niiden huonon korkeiden lämpötilojen keston ja lämpölaajenemisen takia. Toinen syy tähän on niiden kemiallisen rasituksen kesto. Muovimateriaalit kestävät hyvin normaaleja ohjearvoja jätevesissä, mutta normaalipitoisuuksien ylittyessä ja varsinkin lämpötilan yhteisvaikutuksesta niiden käyttöikä laskee huomattavasti. Tarkemmat muovimateriaalien kestävyystiedot eri aineita vastaan löytyvät ISO/TR 10358 ja ISO/TR 7626 julkaisuista, joissa on lueteltu yli 400 yleisesti käytettyä kemiallista ainetta. Alla olevassa taulukossa 6 on lueteltu muutama perustapaus ja materiaalien kestot. (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 24.)

*TAULUKKO 6. Muovimateriaalien kemiallinen kestävyys (Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 24)*

#### Kemiallinen kestävyys

	Laimeat hapot		Vahvat hapot		Laimeat emäkset		Vahvat emäkset		Bensiini		Öljy		Asetoni		Sokeriliuos	
	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C	20 °C	60 °C
<b>Putket</b>																
PVC	++	+	++	+	++	++	++	+	++	++	++	++	-	-	++	++
PP	++	++	++	+	++	++	++	++	++	-	++	++	++	++	++	++
PE	++	++	++	+	++	++	++	++	++	+	++	+	++	++	++	++
<b>Tiivisteet</b>																
NBR	++	+	+	-	++	++	++	++	++	+	++	+	-	-	++	++
SBR	++	+	+	-	++	++	++	+	-	-	-	-	-	-	++	++
TPE	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-	++	-	+	+	++	++
EPDM	++	+	+	-	++	++	++	+	-	-	-	-	++	-	++	++

++ = Kestää

+ = Kestää rajoitetusti

- = Ei kestä

### 3.5 Työmaalla asennus

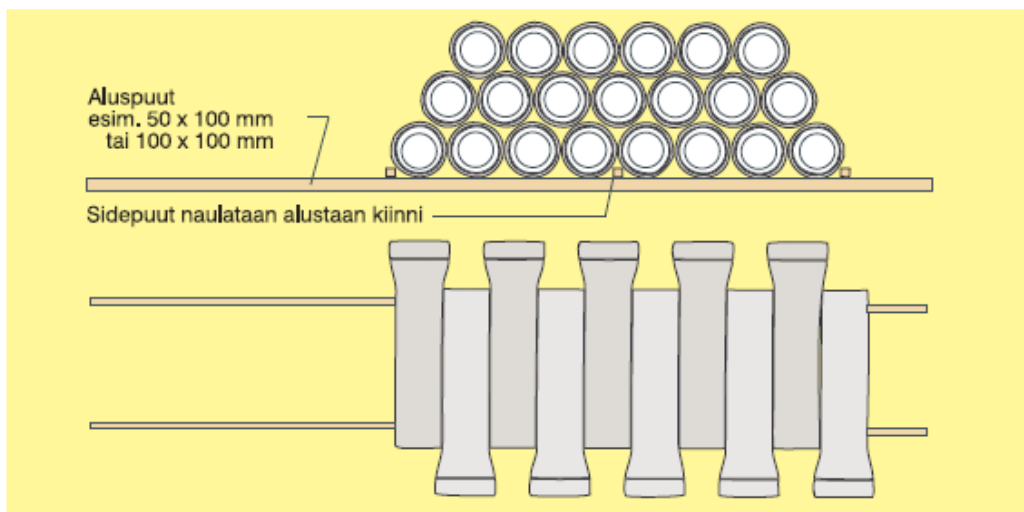
Muovi huomattavasti kevyempänä materiaalina on helppo ja nopea asentaa työmaalla ilman nostokoneita, kun taas esimerkiksi betoninputki sisähalkaisijaltaan 300 mm ja pituudeltaan 2000 mm painaa 370 kg mikä tarkoittaa, että koneellinen apu on välttämätön. Yleisesti työmaalla käytetään betoninputkien ja -kaivojen nostolaitteena kaivinkonetta, joka on asennuskuopan kaivanut. Nostoapu/asennusvälineenä käytetään automaattisia putkisaksia tai Kona-asennuslaitetta (kuva 9). Betoninputkien asentamiseen käytetään vetolaitetta, jolla putken yhdistetään toisiinsa. Putkien asennukseen on myös kaivinkoneeseen liitettäviä asennuslaitteita, kuten Rapu-Jussi, jonka kauhalla voidaan putki normaalin

kaivutyön lisäksi myös nostaa kaivantoon, ohjata ja työntää paikoilleen. (Betoniviemärit 2003, 85.)



KUVA 9. Kona-asennuslaite (Betoniviemärit 2003, 85)

Se missä betoni taas päihittää muovin on varastointi työmaalla. Betoniputken kestävät paremmin työnaikaisia kolhuja ja ne eivät ole niin herkkiä ympäristölle. Muoviputket ovat herkkiä käyristymään, jos niitä säilötään pitkäaikaisesti epätasaisella alustalla. Myös päällekkäin pinoaminen liian korkeisiin kasoihin aiheuttaa alimmaisten putkien soikistumisen. Betoniputkia voi varastoida putkikooltaan 225–400 mm 4 putkea ja 500–600 mm 3 putkea päällekkäin, isompia putkia ei varastoida päällekkäin. Alla olevassa kuvassa 10 näkyy oikeaoppinen betoniputkien varastointi ja taulukossa 7 muoviputkien varastointikorkeudet. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 22; Betoniviemärit 2003, 82.)



KUVA 10. Betoniputkien varastointi (Betoniviemärit 2003, 82)

*TAULUKKO 7. Muoviputkien suurin sallittu varastointikorkeus irrallisina, m (Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket 2013, 12)*

Putken materiaali	Vieltoputki			Paineputki	
	SN 4	SN 8	SN 16	PN 4	PN 6...PN 20
PE	2,8	2,8	3,0	2,8	3
PP	2,8	2,8	3,0	-	-
PVC	2,6	2,6	3,0	-	3

Toinen muovimateriaaleille haitallinen ominaisuus on, että ne pitkäaikainen auringonsäteilyn johdosta saavat värimuutoksia ja iskusitkeyden alentumista. UV-säteily nopeuttaa useimpien muoviputkien vanhenemista, joten ne täytyy ulkona varastoitaessa suojata UV-säteilyltä. (Muoviputkijärjestelmät 2003, 21.)

### 3.6 Hinta

Muovi- ja betoniputkien hinnan vertailu ei ole täysin suoraviivaista, koska ominaisuudet vaihtelevat samoissa putkikoissa. Myös putkien pituudet vaihtelevat, kun muoviputkissa puhutaan pääsääntöisesti 2000 mm tai 6000 mm putkista, betoniputket ovat taas 1500–2250 mm 250 mm jaolla. Tämä johtuu osittain siitä, että muoviputkia voi katkaista halutun mittaiseksi helpommin, vaikka käsisahalla, joten pituusvaihtoehtoja ei tarvita paljon. Betoniputken katkaisu ei ole näin helppoa, joten siksi on vaihtoehtoja. Myös pidemmät betoniputket toisivat ongelmia logistiikkaan niiden valtavan painon takia.

Alla olevat taulukot 8, 9 ja 10 on tuotettu Uponorin ja Ruduksen 2015 vuoden hinnastoista ja näin antavat osviittaa, missä hintaluokassa mitkäkin putkikoot ovat. Muoviputkia ei pääsääntöisesti tuoteta yli 400 mm kokoluokan, kun taas betonin koot menevät aina 2000 mm asti normaalina tehdastavarana. Betoni- ja muovikaivoja on vaikeampi vertailla, koska jokaisen kaivon lähdöt voivat olla erilaisia, mutta nyrkkisääntönä voidaan pitää, että tiealueella käytetään aina betonisia kaivoja ja muovikaivoja on pääsääntöisesti tarkastus- ja rännikaivoina.

*TAULUKKO 8. Putkityypin PVC SN8 hinnat v. 2015*

Koko mm	euroa/metri	euroa/metri
	2000 mm putket	6000 mm putket
200	19,9	18,2
250	42,1	29,2
315	67,3	47,7
400	92,7	78,8

*TAULUKKO 9. Putkityypin Ultra Classic SN 8 hinnat v.2015*

Koko mm	euroa/metri	euroa/metri
	2000 mm putket	6000 mm putket
200	21,9	20,0
250	-	31,1
315	-	49,9
400	-	80,8

*TAULUKKO 10. Betoniputkien hinnat v. 2015*

Koko mm	Lujuusluokka	Pituus mm	euroa/metri
225	B	1500	25,2
225	B	1750	34,6
300	B	2000	54,2
300	B	2250	38,1
300	Dr	2250	52,3
400	B	2000	69,6
400	Dr	2000	85,8
400	B	2250	45,5
400	Dr	2250	72,2



## 4 SOLJAN ASUINALUE

### 4.1 Yleistä

Soljan asuinalue sijoittuu Pirkkalan kunnan alueelle, Naistenmatkantien varrelle (kuva 11). Alue on pääosin koskemattonta eli varottavia rakenteita ei juuri ole. Nykyinen Soljantie on noin 3m leveä, sorapintainen väylä. Pohjamaa on pääasiassa tiivistä, kivistä moreenia, jonka seassa on savisia ja silttisiä kerroksia. Pohjaveden pinta ei tullut vastaan koekuoppia kaivettaessa. Kallion pinta on monin paikoin hyvin lähellä maan pintaa ja alueella on lisäksi lukuisia avokalliopaljastumia. Pohjamaa on kauttaaltaan routivaa kalli alueiden ulkopuolella. Alueella on myös runsaasti isoja maakiviä ja lohkareita. Kohteessa oli tehty pohjatutkimuksia yhteensä:

- 49 kpl porakonekairausta
- 7 sarjaa häiriintyneitä maaperänäytteitä
- 6 kpl koekuoppia
- 1 kpl puristinheijarikairauksia
- 32 kpl painokairausta

Painokairaukset olivat päättyneet kiveen, kallioon ja tiiviiseen maapohjaan. Koekuopat on tehty oletettuun kallion pintaan asti ja porakonekairaukset on suurelta osin ulotettu noin 3 m kallioperään.



KUVA 11. Kohteen sijainti

Nykyisten vesihuoltoverkostojen korkeudet on osittain mitattu ja otettu alueen vanhoista suunnitelmista, joten ennen vesihuoltotöitä on tarkistettava nykyisten kaivojen ja putkien liitoskorkeudet. Kaikki putkimateriaalit tuli hyväksyttää Pirkkalan kunnalla ennen niiden hankkimista.

Työt kohteessa putkiasennusten kannalta ovat haasteellisia, koska kallio on niin lähellä maanpintaa, mutta toisaalta se myös takaa kantavan pohjamaan putkille. Laadunvalvonta kohteessa hoidetaan kuvilla putkien risteyskohdista sekä tarkemmittauksilla. Lopuksi putkistot TV-kuvataan. Alla olevissa kuvissa 12, 13 ja 14 näkyy millaisista olosuhteista on kyse.



*KUVA 12. Soljan maasto-olosuhteet*

Hulevedet johdetaan pääasiassa avo-ojiin, mutta Soljantien päähän tulee imeytysallas. Lähes kaikki jätevedet ohjataan kootusti olemassa olevaan verkkoon Kiturännin kautta Naistenmatkantielle. Ainoa poikkeus tähän on pelikentän viereinen lyhyt putkilinja, joka ohjataan Penttiläntien verkkoon.





*KUVA 13. Louhittua kalliota*



*KUVA 14. Putkien asennusta*

#### **4.2 Materiaalit ja asennus**

Soljassa käytettiin perinteisiä putkirakentamisen materiaaleja eli muovia ja betonia. Kaikki materiaalit ja koot oli ennalta määrätty Pirkkalan kunnan puolelta. Esimerkiksi jätevesiviemärit tuli olla PVC-materiaalia ja hulevesiviemärit myöskin PVC-materiaalia tiettyyn kokoluokkaan asti, jonka jälkeen jatkettiin betoniputkillä. Alla näkyy kohteen

määräluettelot (taulukot 11, 12 ja 13) käytetyistä materiaaleista, taulukoissa ei ole mukana talohaaroissa käytettyjä PVC-putkia, koska niille ei ollut laskettu pituutta.

*TAULUKKO 11. Jätevesiverkon materiaali*

Nimi	Koko (mm)	Malli	Määrä
Jätevesiviemäri-putki	200	PVC/k SN8	1172 m
Jätevesiviemäri tarkastuskaivo	800	B/Ek-B	36 kpl
Jätevesiviemäri tarkastuskaivo	560/500	M	17 kpl

*TAULUKKO 12. Hulevesiverkon putkimateriaalit*

Nimi	Koko (mm)	Malli	Määrä (m)
Hulevesiviemäri-putki	300	B/Ek-B	304
	400	B/Ek-B	336
	500	B/Ek-B	75
	600	B/Ek-B	38
Hulevesikaivon yhdysputki	200	PVC/k SN8	249
Hulevesiviemäri-putki	200	PVC/k SN8	293
	250	PVC/k SN8	439



*TAULUKKO 13. Hulevesiverkon kaivomateriaalit*

Nimi	Koko (mm)	Malli	Määrä (kpl)
Hulevesiviemärin tarkastuskaivo	600	B	2
	800	B	65
	1000	B	1
	1200	B	1
	1600	B	1
Hulevesikaivo (sakkapesällä)	600	B	2
	800	B	50
Hulevesiviemärin tarkastuskaivo	560/500	M	4
Hulevesikaivo	560/500	M	4

Asennus kohteessa tapahtui kaivinkoneen avustamana kaivosaksilla ja Kona-asennuslaitteella (kuva 15). Pyöräkuormaaja ajoi mursketta kasalta kaivinkoneelle aina tarvittaessa.



*KUVA 15. Kona-asennuslaite Soljassa*

### 4.3 Putkien asennuksen työteho

XX  
XX  
XX  
XX  
XX.

XX  
XX  
XX  
XX  
XX.

XX  
XX  
XX  
XX  
XX.

LUOTTAMUKSELLISTA TIETOA

*TAULUKKO 14. Viikkotavoitteet ja -toteumat*

## LUOTTAMUKSELLISTA TIETOA

XX  
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

### 4.4 Hulevesiputkien vaihtoehtoratkaisu

Jos Pirkkalan kunta ei olisit määrännyt käytettäväksi PVC-putkia hulevesiviemärointiin, olisi voitu hyvin käyttää esimerkiksi Uponorin IQ-putkia, mitkä ovat halvempia ja silti omaavat SN8 kovuusluokan. Soljassa käytettiin halkaisijaltaan 200 mm hulevesiputkena yhteensä 542 m ja 250 mm putkea 439 m.

Kun Uponorin 2015 hinnastosta katsotaan 200 mm kokoista IQ-putkea, ne maksavat noin 12,1 euroa/metri. PVC-putken vastaava koko oli hinnaltaan 18,2 euroa/metri ja tästä saadaan ”säästöksi” 3306,2 e.

250 mm kokoluokassa IQ-putket maksavat noin 18,7 euroa/metri, kun taas PVC-putket 29,2 euroa/metri ja tästä syntyy ”säästöä” 4609,5 e. Yhteensä siis putkimateriaalin vaihdolla voitaisiin kustannuksia laskea melkein 8000 euroa.

## 5 POHDINTA

Nykyajan putkijärjestelmärakentamisessa muoviputket ovat ottaneet hallitsevan roolin. Tämä selittyy luultavasti pääosin hinnalla ja asennuksen helppoudella. Muovi pärjää myös tavanomaisissa olosuhteissa helposti, saavuttaen jopa 100 vuoden käyttöiän. Vaikka betoniputket ovat metrihinnaltaan muovia halvempia, kuljetuskustannukset ovat betonilla huomattavasti hinnakkaampia niiden painon takia. Lisäksi asentamiseen on varattava aikaa enemmän.

Se missä betoni materiaalina päihittää muovin on teollisuuden tarpeet, vaikeat olosuhteet, varastointi ja läpimitaltaan suuret putket. Betoni kestää paremmin kemiallista räsytystä, lämpötilaa ja se pystytään asentamaan syvällekin maan alle. Halkaisijaltaan 400 mm putki on rajapyykki, minkä jälkeen betoni on oikeastaan ainoa järkevä vaihtoehto. Betonia pystytään muokkaamaan lisäaineilla ja vesisementtisuhteella niin, että se pärjää aggressiivisessäkin maastossa. Varastoinnissa ei tarvitse pelätä putkien taipumista tai UV-säteilyn vaikutuksia niin kuin muoviputkissa.

Soljassa käytettiin sekä PVC-putkia että betonisia putkia. PVC-putkien käyttö hulevesiputkina johtui siitä, että Pirkkalan kunta haluaa yhtenäistää putkikantansa asentamalla vain PVC-putkia. Lisäksi luulen, että he uskovat tämän takaavan varmemmin pidemmän käyttöiän. Soljassa jo läpimitaltaan 300 mm putket olivat betonia, mikä on mielestäni järkevä teko. Perusteluni tälle on, että läpimitaltaan suuret muoviputket ( $\geq 300$  mm) omaavat suuremman riskin muodonmuutoksille, koska putken ympärille tehtävä tiivistys tulee olla todella huolellista, jottei putki soikistu maanpaineesta. Työtehon mittaaminen tarvitsisi pidemmän seuranta ajanjakson, jotta keskimääräinen toteuma viikkoa kohden saataisiin kunnolla selville. Nyt pienet asiatkin saattoivat vaikuttaa tuloksiin ja hankkeen alku tuo aina ongelmia tekemisessä. Parhain hyöty saataisiin, jos kirjaa pidetään hankkeen loppuun asti ja sen jälkeen laskettaisiin todellinen m/vk tulos.



## LÄHTEET

Katko, T. 1996. Vettä! Suomen vesihuollon kehitys kaupungeissa ja maaseudulla. Tampere: Hämeen kirjapaino Oy.

Muoviteollisuus ry. 2003. Muoviputkijärjestelmät. Helsinki: Chemas Oy.

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. 2003. Maahan ja veteen asennettavat kesto-muoviputket - asennusohjeet. Helsinki.

Rakennusteollisuus RT ry & Betoniteollisuustoimiala. 2003. Betoniviemärit 2003 – käsikirja. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Uponor Oy. 2009. Yhdyskuntatekniikan käsikirja. PDF.

Rudus Oy. Betoniputket ja –kaivot. 2015. Tuoteluettelo/hinnasto. PDF.

Uponor Oy. Maaviemärit hinnasto. 2015. PDF.

Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119

Vesilaki 27.5.2011/587

Siukola, M. Työmaapäällikkö. Haastattelu 15.3.2016. Haastattelija Lahti, E. Destia Oy.

Haapaniemi, T., Loukonen, S., Sipilä, R., Suolahti, J. 2015. Työselostus. Ramboll.

Suoniemi, O. 2015. Rakennussuunnitelma. Vesihuollon asemapiirustukset. Ramboll.

Suoniemi, O., Suolahti, J. 2015. Rakennussuunnitelma. Tyypipipoikkileikkaus. Ramboll.

Suoniemi, O., Suolahti, J. 2015. Rakennussuunnitelma. Pituusleikkaukset. Ramboll.

**LIITTEET**

Liite 1. Vesihuollon asemapiirustus 1

Liite 2. Vesihuollon asemapiirustus 2

Liite 3. Vesihuollon asemapiirustus 3

Liite 4. Vesihuollon asemapiirustus 4

Liite 5. Tyyppipoikkileikkaus

Liite 6. Pituusleikkaus 1

Liite 7. Pituusleikkaus 2

Liite 8. Pituusleikkaus 3

Liite 9. Pituusleikkaus 4

Liite 10. Pituusleikkaus 5

Liite 11. Pituusleikkaus 6

Liite 12. Pituusleikkaus 7

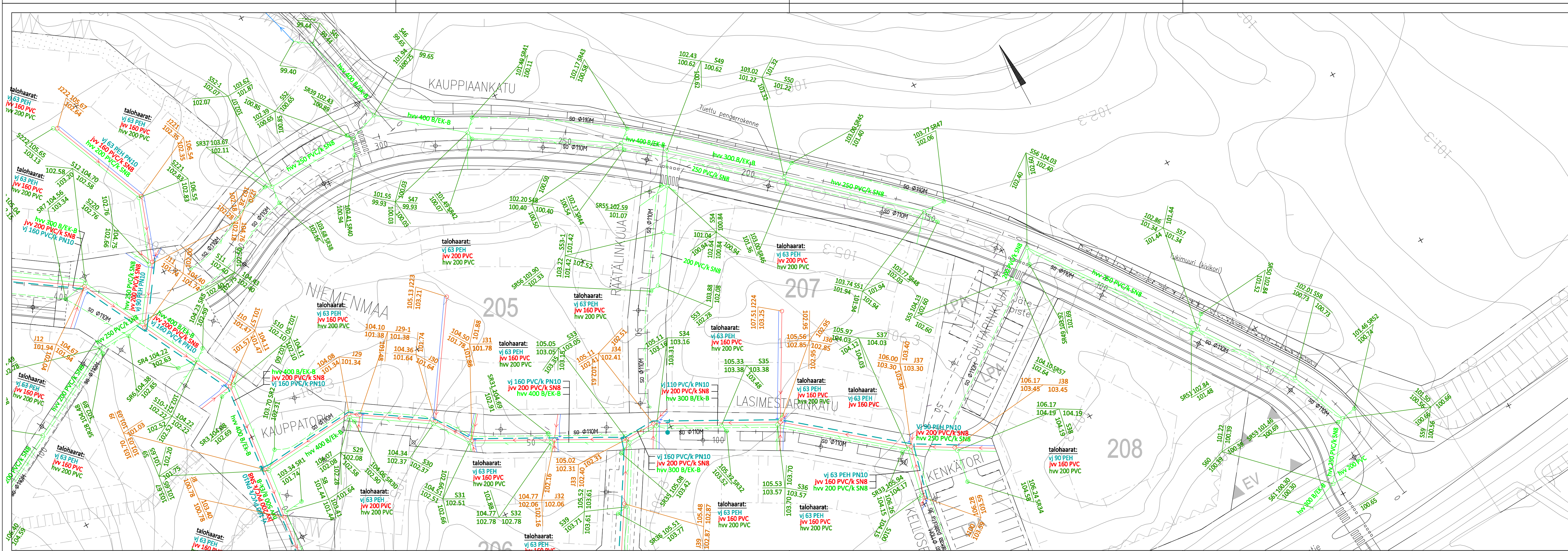
Liite 13. Pituusleikkaus 8

Liite 14. Pituusleikkaus 9

Liite 15. Pituusleikkaus 10

Liite 16. Pituusleikkaus 11





- MERKINTÖJEN SELITYKSET:**
- AVO-OJA/PAINANNE
  - JÄTEVESIVIEMÄRI JA TARKASTUSKAIVO 40 TN VALURAUTAKANSISTOLLA
  - HULEVESIVIEMÄRI JA TARKASTUSKAIVO 40 TN VALURAUTAKANSISTOLLA
  - HULEVESIKAIVO Ø800 B 40 TN RITILÄKANSISTOLLA JA YHDYSPUTKI Ø200 PVC/k SN8
  - SALAOJAN TARKASTUSPUTKI 200/160 VALURAUTAKANSISTOLLA JA SALAOJA 110/96M SN
  - VESIJOHTO, SULKUVENTTIILI, PALOVESIASEMA JA TALOHAARA

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k.osa/ kyla	korttel/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide			Riistustaji
			Rakennussuunnitelma
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Mittakaava
Kauppiaankatu PLV 0-400 Lasimestarinkatu, Räätalinkuja ja Suutarinkuja NIEMENMAA, PIRKKALA			Riistuksen sisältö Vesihuollon asemapiirustus 1:500
<b>RAMBOLL</b> <small>Ramboll PL 715, Palkkuvuorokatu 2 33101 Tampere pää: 020 755 611 www.ramboll.fi</small>	<b>PIRKKALAN KUNTA</b> <small>KUNNALLISTEKNIIKKA SUUPÄÄNTE 11 33960 PIRKKALA</small>	Suunn. ala 1510012431	Tiedosto
Suunn.(nimi, -tutkinto, allekirj.) Otto Suoniemi		Piirustusno 1912.104	Muutos
		Piir. OSUO	Hyv. Marko Turkki
			Pvm 13.2.2015



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- AVO-OJA/PAINANNE
- JÄTEVESIVIEMÄRI JA TARKASTUSKAIVO 40 TN VALURAUTAKANSISTOLLA
- HULEVESIVIEMÄRI JA TARKASTUSKAIVO 40 TN VALURAUTAKANSISTOLLA
- HULEVESIKAIVO Ø800 B 40 TN RITILÄKANSISTOLLA JA YHDYSPUTKI Ø200 PVC/k SN8
- SALAOJAN TARKASTUSPUTKI 200/160 VALURAUTAKANSISTOLLA JA SALAOJA 110/96M SN8
- VESIJOHTO, SULKUVENTTIILI, PALOVESIASEMA JA TALOHAARA

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k.osa/ kylä Niemenmaa	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Rakennussuunnitelma
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kauppiaankatu PLV 400-632 Leipurinkuja, Puotikuja ja Ompelijankuja NIEMENMAA, PIRKKALA			Piirustuksen sisältö	Mittakaava Vesihuollon asemapiirustus 1:500
Suunn. ala			Työnro	Tiedosto
1510012431			Piirustusno	Piirustuskäsi
1912.105			Piir.	Muutos
OSUO			Hyv.	Pvm
Marko Turkki			13.2.2015	



Ramboll  
PL 718, Pirkkalanranta 2  
33101 Tampere  
puh. 020 755 611  
www.ramboll.fi  
Suunn. (nimi, tutkinto, allekirj.)  
Otto Suoniemi



KUNNALLISTEKNIIKKA  
SUUPANTIE 11 33960 PIRKKALA

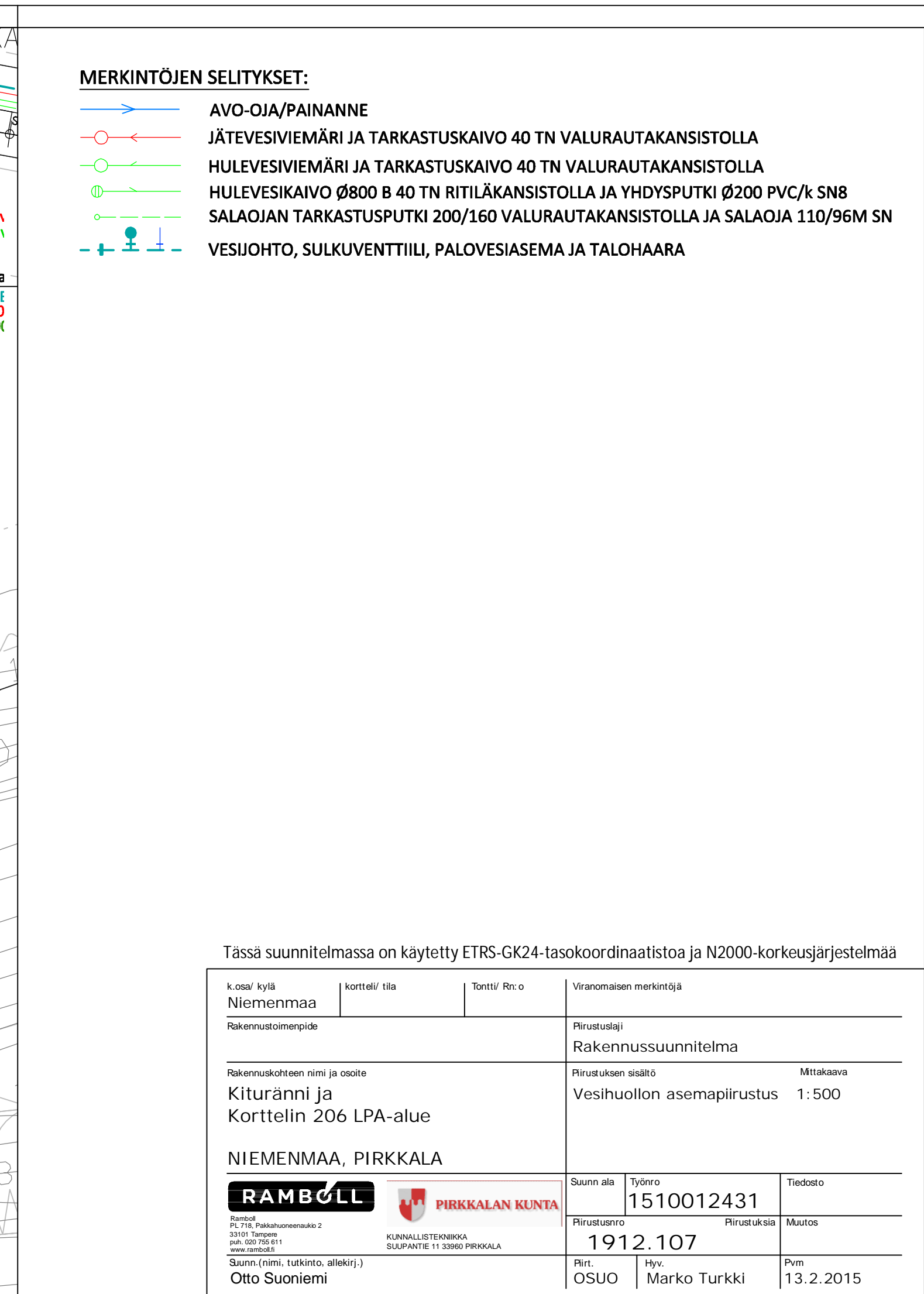


- MERKINTÖJEN SELITYKSET:**
- AVO-OJA/PAINANNE
  - JÄTEVESIVIEMÄRI JA TARKASTUSKAIVO 40 TN VALURAUTAKANSISTOLLA
  - HULEVESIVIEMÄRI JA TARKASTUSKAIVO 40 TN VALURAUTAKANSISTOLLA
  - HULEVESIKAIVO Ø800 B 40 TN RITILÄKANSISTOLLA JA YHDYSPUTKI Ø200 PVC/k SN8
  - SALAOJAN TARKASTUSPUTKI 200/160 VALURAUTAKANSISTOLLA JA SALAOJA 110/96M SN
  - VESIJUHTO, SULKUVENTTIILI, VESIPOSTI JA TALOHAARA

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

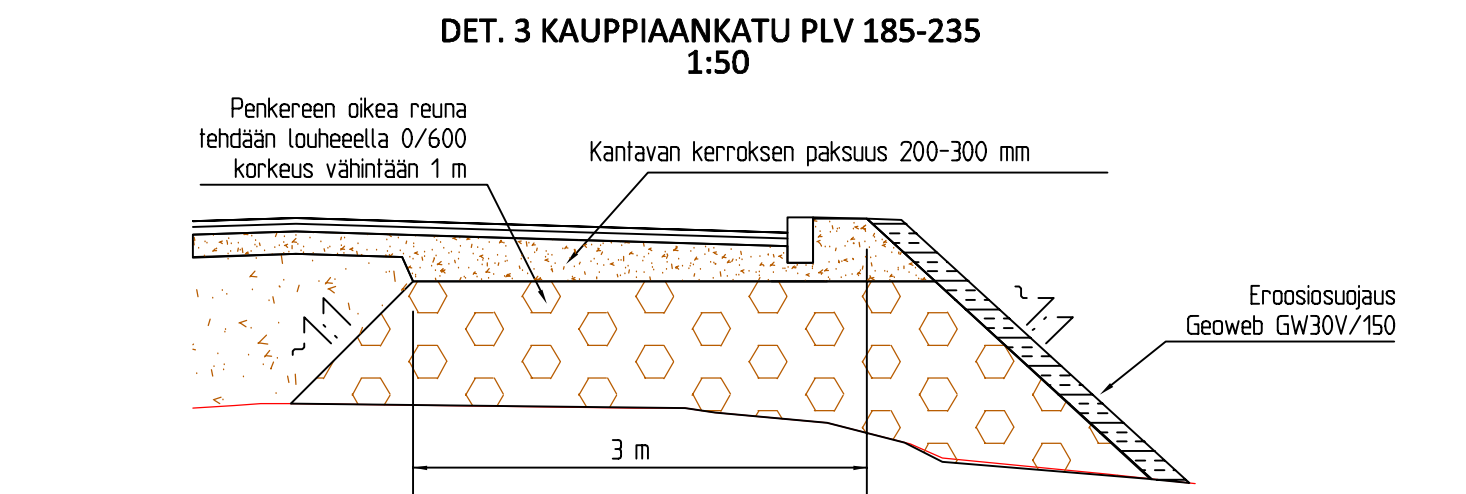
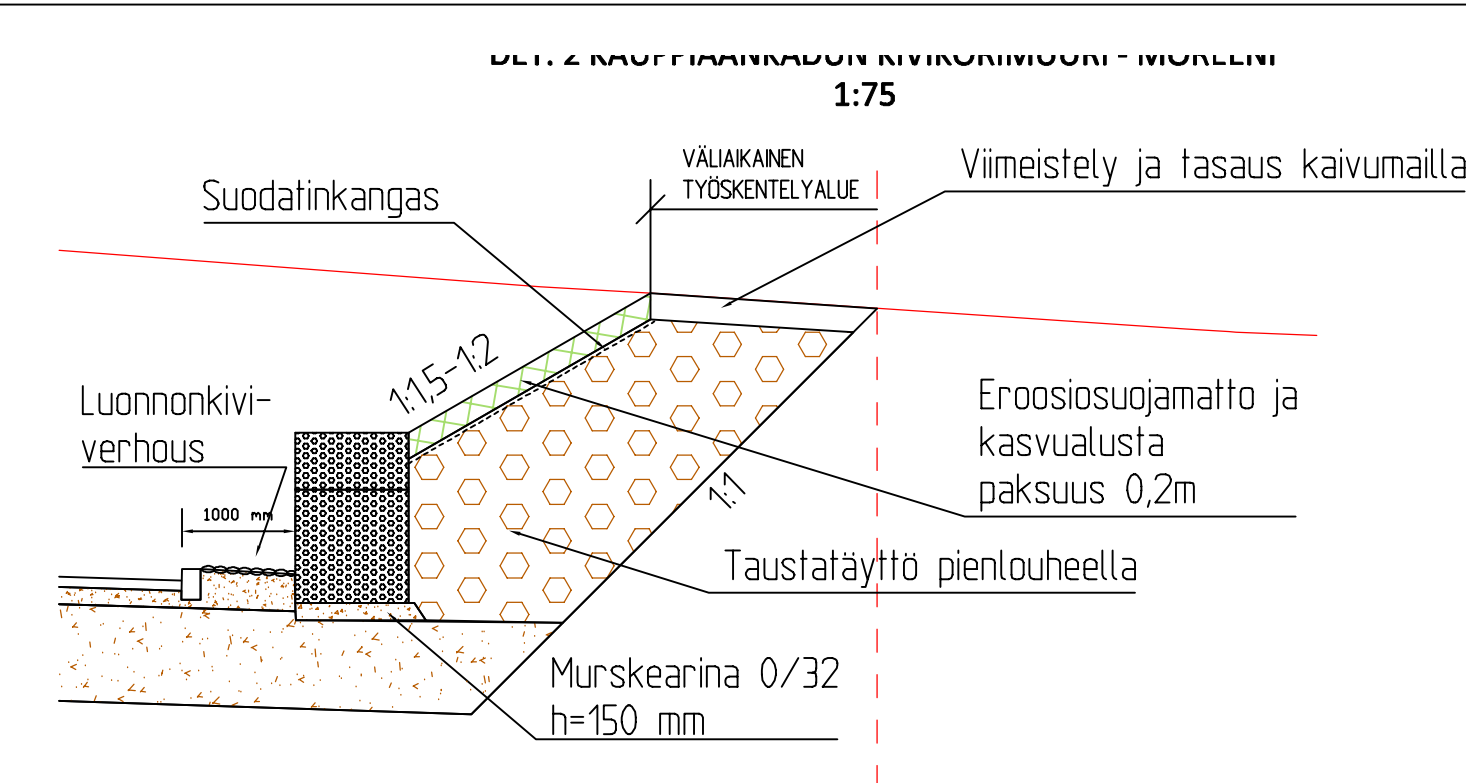
k.osa/ kylä Niemenmaa	korttel/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Rakennussuunnitelma
Rakennuskohteen nimi ja osoite Vesihuoltolinja välillä: Kortteli 200 - Penttiläntie			Piirustuksen sisältö	Mittakaava Vesihuollon asemapiirustus 1:500
NIEMENMAA, PIRKKALA				
 Ramboll PL 718, Puhokkosenkatu 2 00101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		 KUNNALLISTEKNIIKKA SUUPANTIE 11 33860 PIRKKALA		
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) Otto Suoniemi		Suunn. ala 1510012431	Työnro 1912.106	Tiedosto Muutos
Pirt. OSUO		Hyv. Marko Turkki	Pvm 13.2.2015	





k. osa/ kylä		kortteli/ tila		Tontti/ Rn: o		Viranomaisen merkintöjä	
Niemenmaa							
Rakennustoimenpide				Piirustustaji			
				Rakennussuunnitelma			
Rakennuskohteen nimi ja osoite				Piirustuksen sisältö		Mittakaava	
Kituränni ja Korttelin 206 LPA-alue				Vesihuollon asemapiirustus		1:500	
NIEMENMAA, PIRKKALA							
<div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div>&lt;/</div></div></div></div></div>							






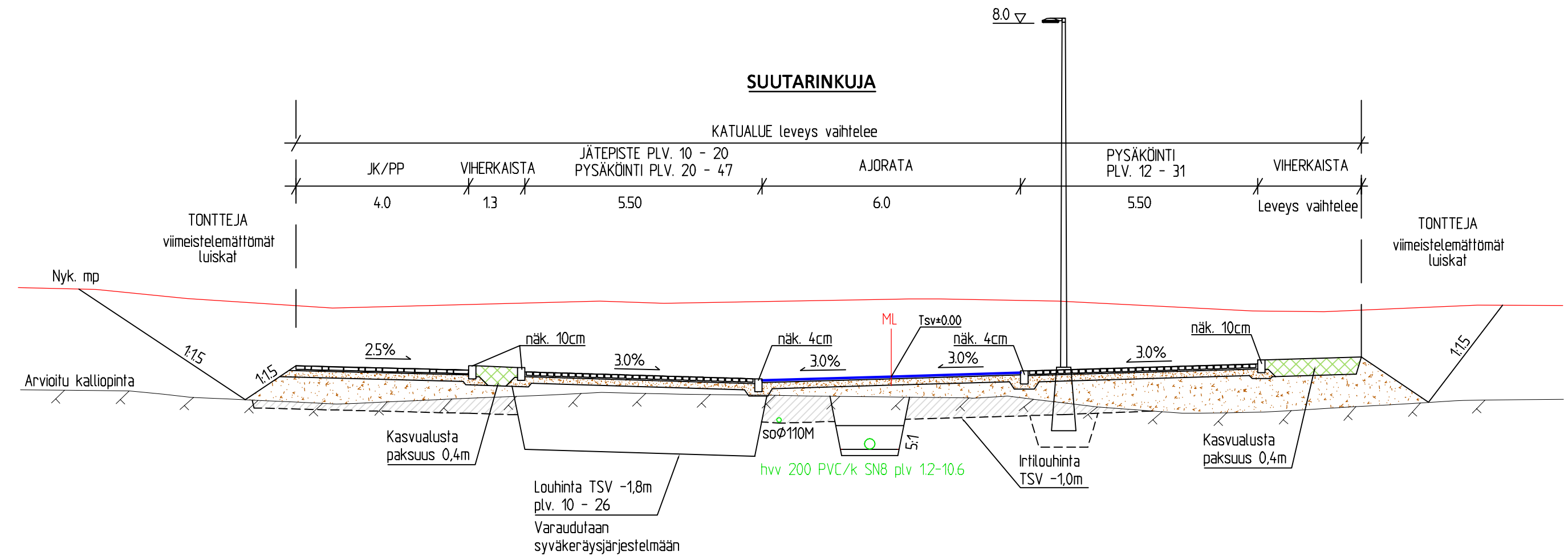
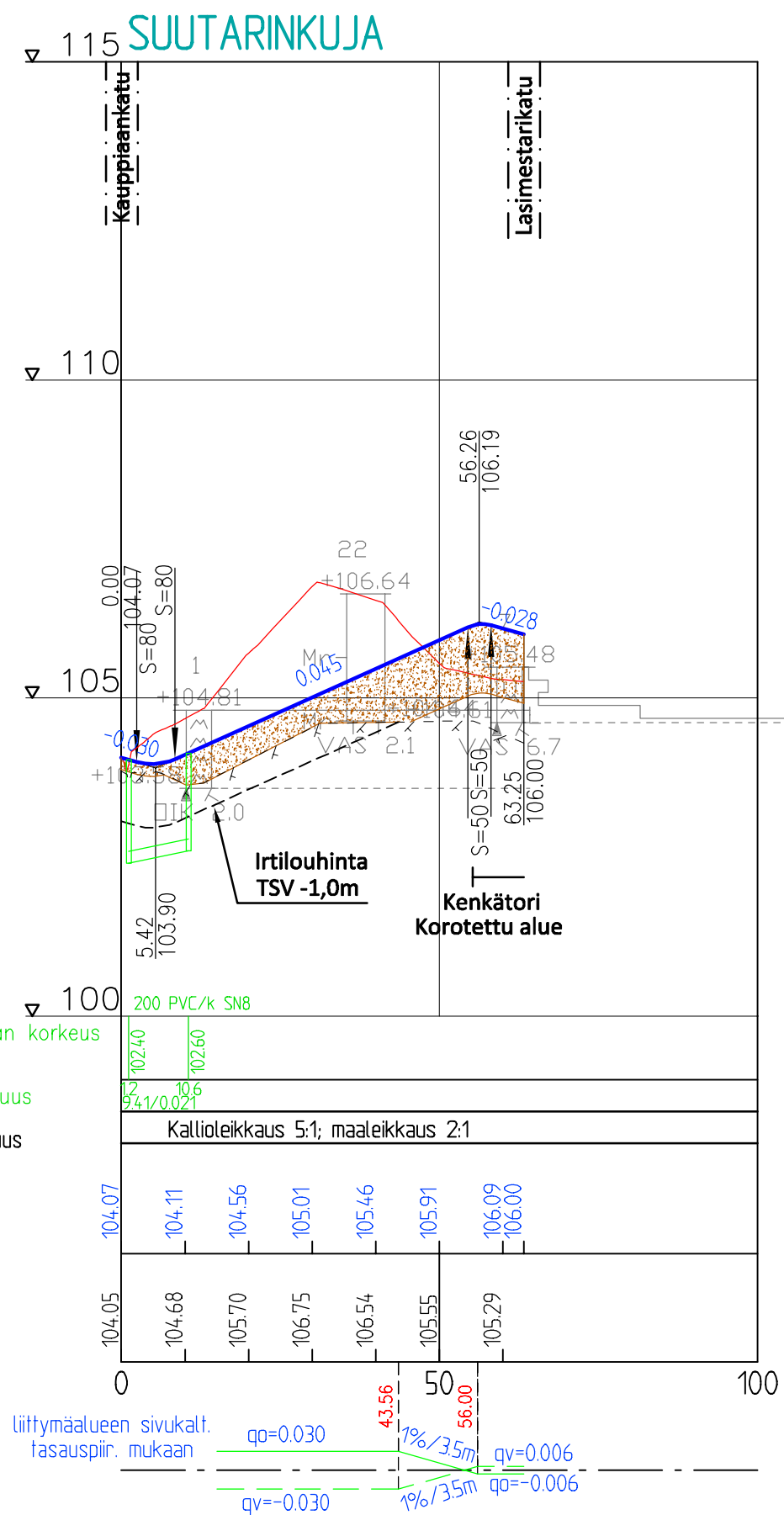
– Irtilouhinta TSV -1,0m

k.osa/ kylä Niemenmaa		kortteli/ tila		Tontti/ R:n:o		Viranomaisen merkintä	
Rakennustoimenpide				Riustustaji Rakennussuunnitelma			
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kauppiaankatu				Riustuksen sisältö Tyypipoikkeileikkaukset		Mittakaava 1: 100	
NIEMENMAA, PIRKKALA							
				Suunn. ala Työnro		Tiedosto	
Ramboll PL 718, Pääkatuunensuokatu 2 FI-00101 Tammisaari puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		KUNNALLISTEN KOKOJA SUUPANTIE 11 33960 PIRKKALA		1510012431			
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) Juho Suolahti / Otto Suoniemi				Riustusturro 1912.116		Riustustuksia Muutos	
Plirt. OSUO		Hyv. Marko Turkki		Pvm 13.2.2015			



k.osa/ k.yä		kortteli/ tila		Tontti/ Rn:o		Viranomaisen merkintöjä	
Niemenmaa							
Rakennustoimenpide				Pirustuslaji Rakennussuunnitelma			
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kauppiiaankatu				Pirustuksen sisältö Pituusleikkaus		Mittakaava 1: 1000/1: 100	
NIEMENMAA, PIRKKALA							
				Suunn. ala Työnro		Tiedosto	
Ramboll PL 717, Pääkatuneenauke 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		KUNNALLISTENKIRKKA SUUPANTIE 11 33960 PIRKKALA		1510012431			
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) Juho Suolahti / Otto Suoniemi				Pirustusno 1912.115		Muutos	
Pirt. OSUO		Hyv. Marko Turkki		Pvm 13.2.2015			





Pohjamaa: Moreeni

RAKENNEKERROKSET	AR	KLVPYS.
Katuluokka	5	5
Päällyste AB 22	0.05	-
Betonikiveys + asennushiekka	-	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.15	0.15
Jakava kerros KaM 0/90	0.88	0.82
Suodatinkangas	N3	N3
Yhteensä	1.08	1.08

- Rakennekerrokset ulotetaan kallioon, kun kalliopinta on enintään 1.5 metrin syvyydellä valmiista pinnasta

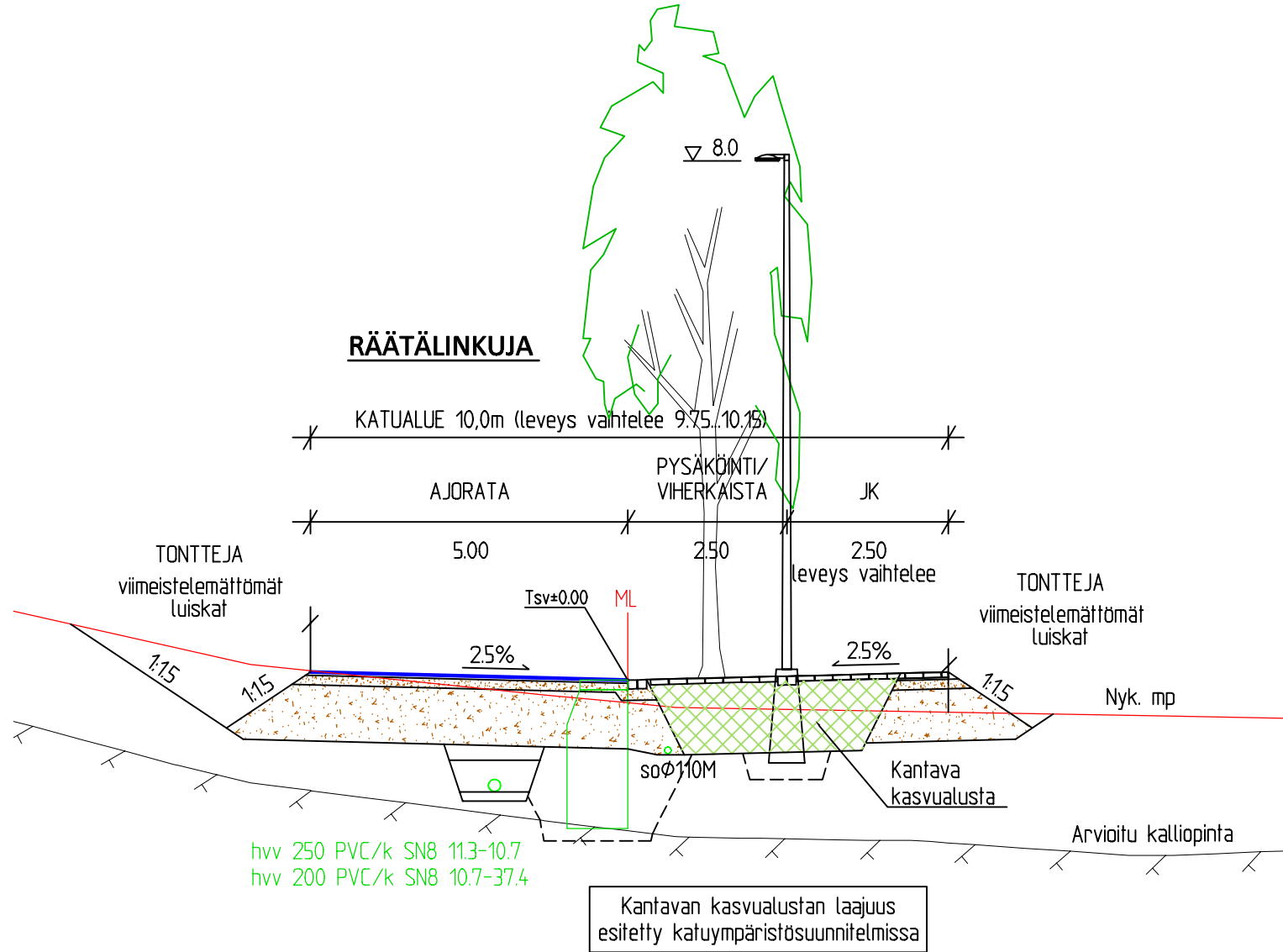
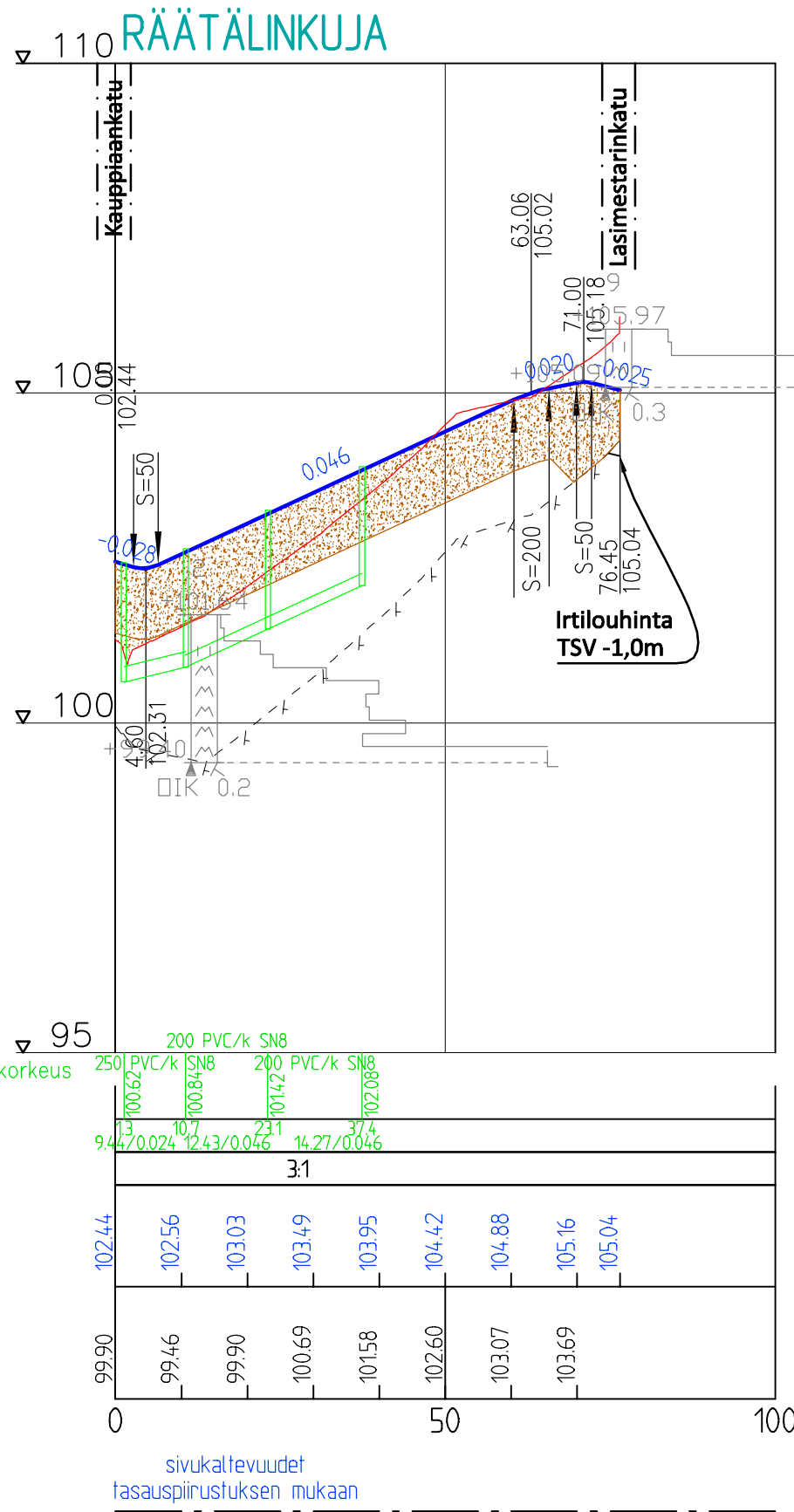
Pohjamaa: Kallio

RAKENNEKERROKSET	AR	KLVPYS.
Katuluokka	5	5
Päällyste AB 22	0.05	-
Betonikiveys + asennushiekka	-	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.15	0.15
Yhteensä	0.20	0.26

- Irtilouhinta TSV -1,0m

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k. osa/ kylä <b>Niemenmaa</b>	korttel/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide	Rakennussuunnitelma		
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Suutarinkuja</b>	Piirustuksen sisältö <b>Pituusleikkaus</b> <b>Tyypipoikkileikkaus</b>	Mittakaava <b>1:1000/1:100</b> <b>1:100</b>	
<b>NIEMENMAA, PIRKKALA</b>			
<b>RAMBOLL</b> <small>Ramboll PL 718, Pankkahuoneenkatu 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi</small>	<b>PIRKKALAN KUNTA</b> <small>KUNNALLISTEKNIIKKA SUUPANTIE 11 33960 PIRKKALA</small>		
	Suunn. ala <b>1510012431</b>	Työnro <b>1912.117</b>	Tiedosto <b>Muutos</b>
Suunn. (nimi, tutkinto, allekirj.) <b>Juho Suolahti / Otto Suoniemi</b>		Piirt. <b>OSUO</b>	Hyv. <b>Marko Turkki</b>
		Pvm <b>13.2.2015</b>	



Pohjamaa: Moreeni

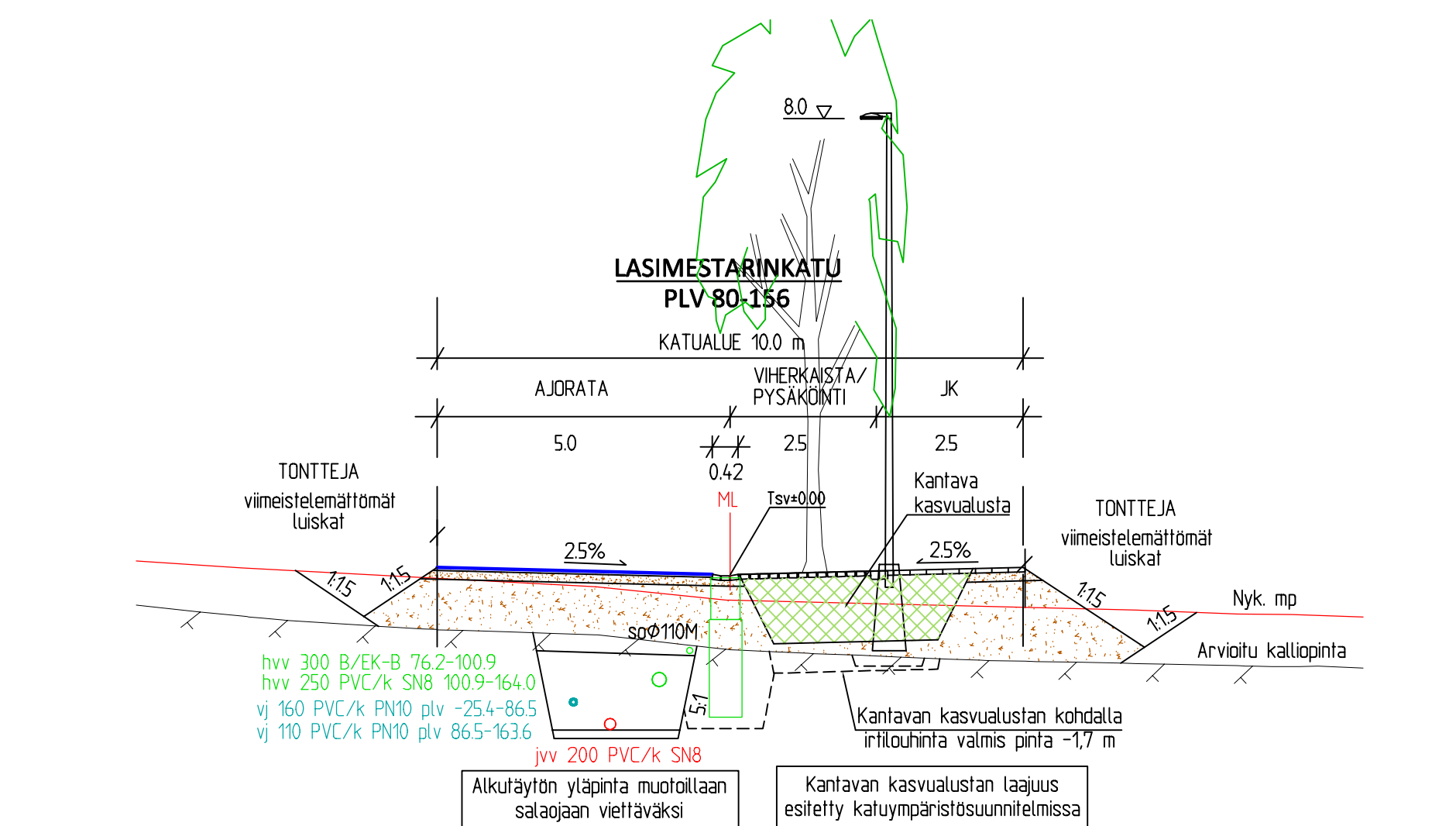
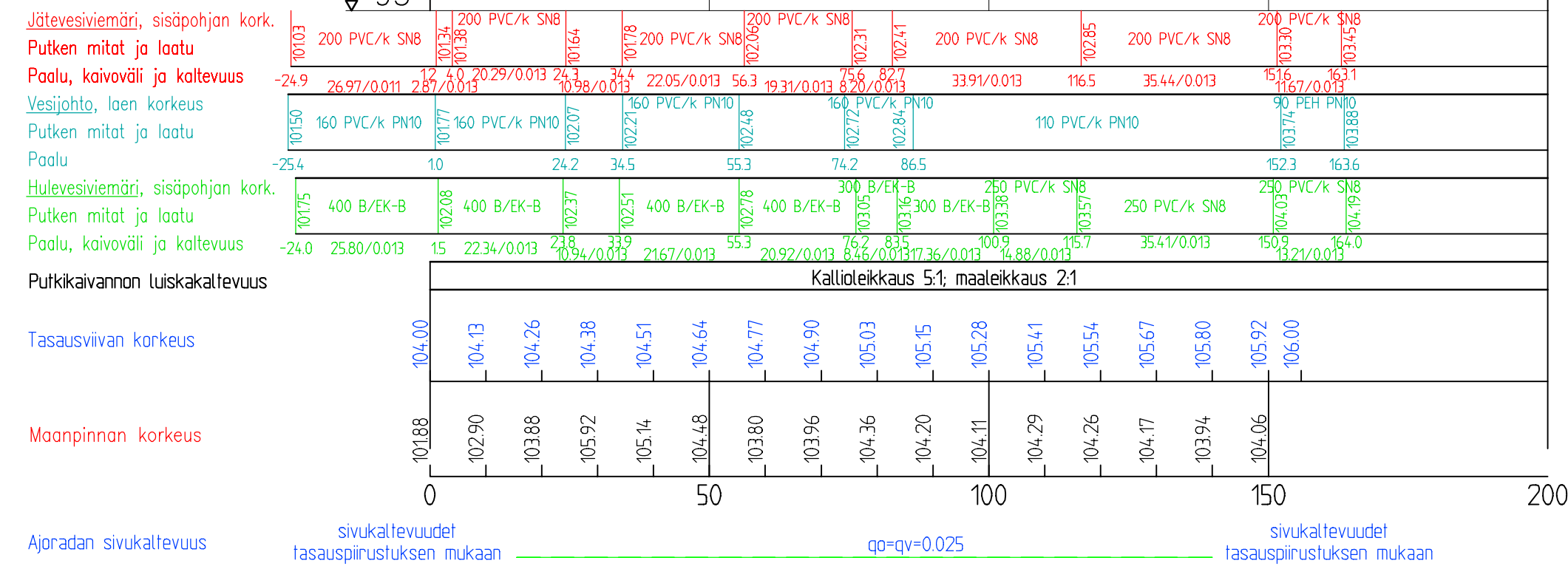
RAKENNEKERROKSET	AR/PYS.	JK
Katuluokka	5	6
Päällyste AB 22	0.05	-
Betonikivi + as.hiekka	-	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.15	0.15
Jakava kerros KaM 0/90	0.88	0.82
Suodatinkangas	N3	N3
Yhteensä	1.08	1.08

-Rakennekerrokset ulotetaan kallioon, kun kalliopinta on enintään 15 metrin syvyydellä valmiista pinnasta

-Puun kohdalla betonikiveys

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

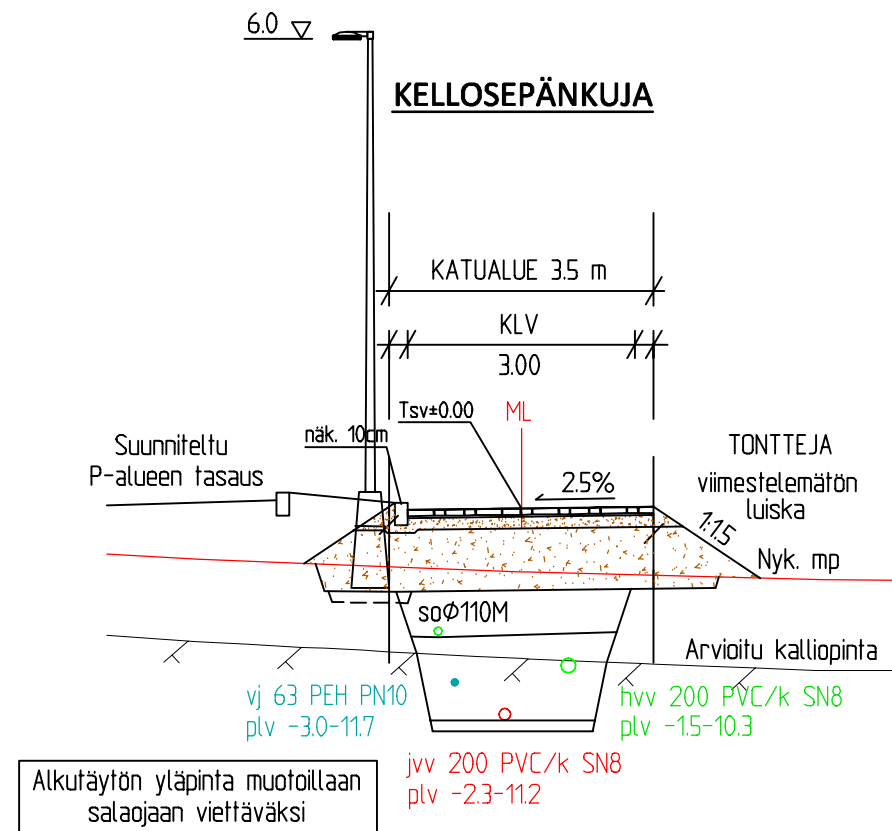
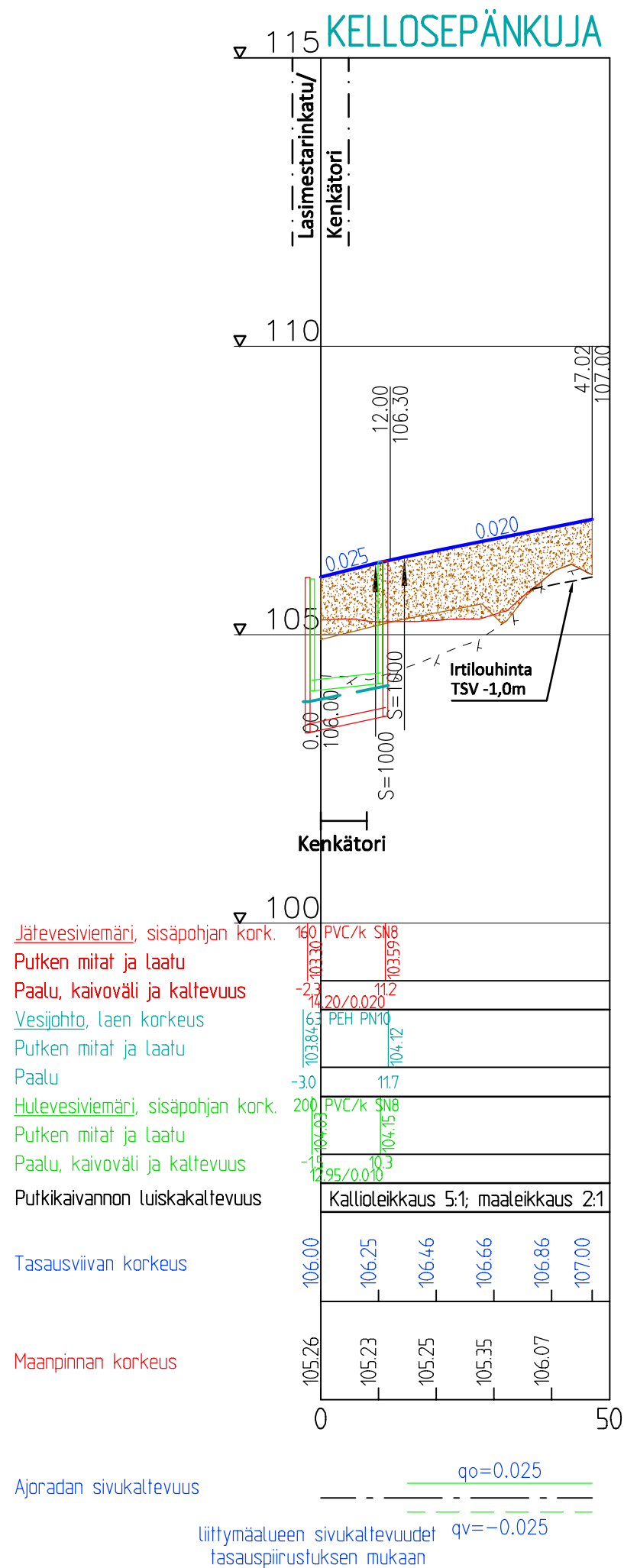
k.osa/ kylä Niemenmaa	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide	Piirustustyyli Rakennussuunnitelma		
Rakennuskohteen nimi ja osoite Räätälinkuja	Piirustuksen sisältö Pituusleikkaus Tyypipoikkileikkaus		
NIEMENMAA, PIRKKALA			Mittakaava 1:1000/1:100 1:100
Suunn. ala Työnro 1510012431		Tiedosto	
Rakennusno 1912.118		Piirustuksia Muutos	
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) Juho Suolahti / Otto Suoniemi		Piir. OSUO	Hyv. Marko Turkki
		Pvm 13.2.2015	



Pohjamaa: Kallio		
RAKENNEKERROKSET	AR	JK/KLV
Katuluokka	5	6
Päällyste AB 16	0.05	-
Betonikivi + ashiekkä	-	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.15	0.15
Yhteensä	0.20	0.26

Pohjamaa: Kallio		
RAKENNEKERROKSET	AR	JK/KLV
Katuluokka	5	6
Päällyste AB 16	0.05	-
Betonikivi + ashiekkä	-	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.15	0.15
Yhteensä	0.20	0.26

1. Yhteisösuunnittelussa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää			
Kunta/osa/ kylä <b>Niemenmaa</b>	Kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide			Pirstustaji <b>Rakennussuunnitelma</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Lasimestarinkatu</b>			Pirstuksen sisältö Mittakaava <b>Pituusleikkaus 1:1000/1:100</b> <b>Tyypipoikkileikkaukset 1:100</b>
NIEMENMAA, PIRKKALA			Suunn. ala Työnro <b>1510012431</b>
  <b>PIRKKALAN KUNTA</b> <small>           Ramboll            PL 718, Paikkahuoneenaukio 2            33101 Tampere            puh. 020 755 611            www.ramboll.fi         </small> <small>           KUNNALLISTEKNIIKKA            SUUPAATIT 11 33960 PIRKKALA         </small>			Tiedosto
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) <b>Juho Suolahti / Otto Suoniemi</b>			Pirstustusno <b>1912.119</b>
			Pirstustajia Muutos
Pirst. <b>OSUO</b>			Hyv. <b>Marko Turkki</b>
			Pvm <b>13.2.2015</b>



Pohjamaa: Moreeni

RAKENNEKERROKSET	KLV
Katuluokka	6
Betonikiveys + asennushiekka	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.15
Jakava kerros KaM 0/90	0.82
Suodatinkangas	N3
Yhteensä	1.08

-Rakennekerrokset ulotetaan kallioon, kun kalliopinta on enintään 1.5 metrin syvyydellä valmiista pinnasta

Pohjamaa: Kallio

RAKENNEKERROKSET	KLV
Katuluokka	6
Betonikiveys + asennushiekka	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.15
Yhteensä	0.26

- Irtilouhinta TSV -1,0m



Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

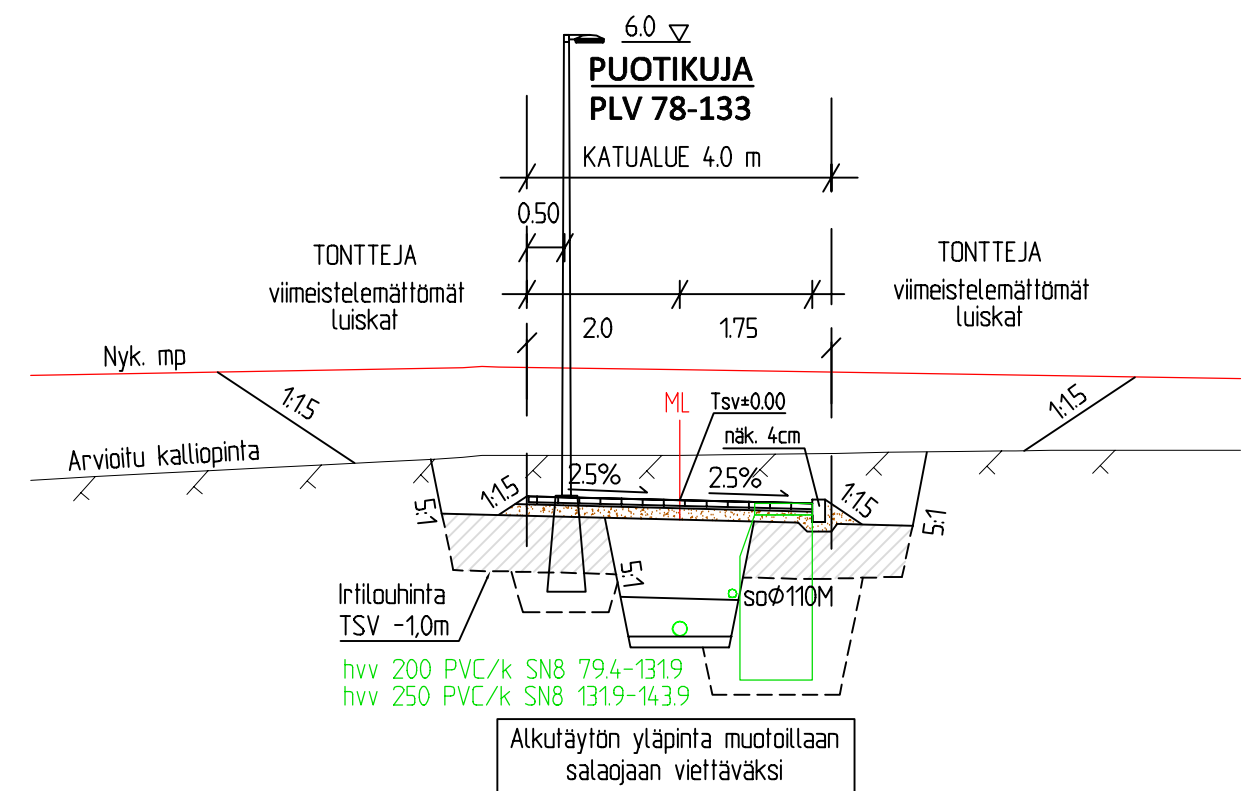
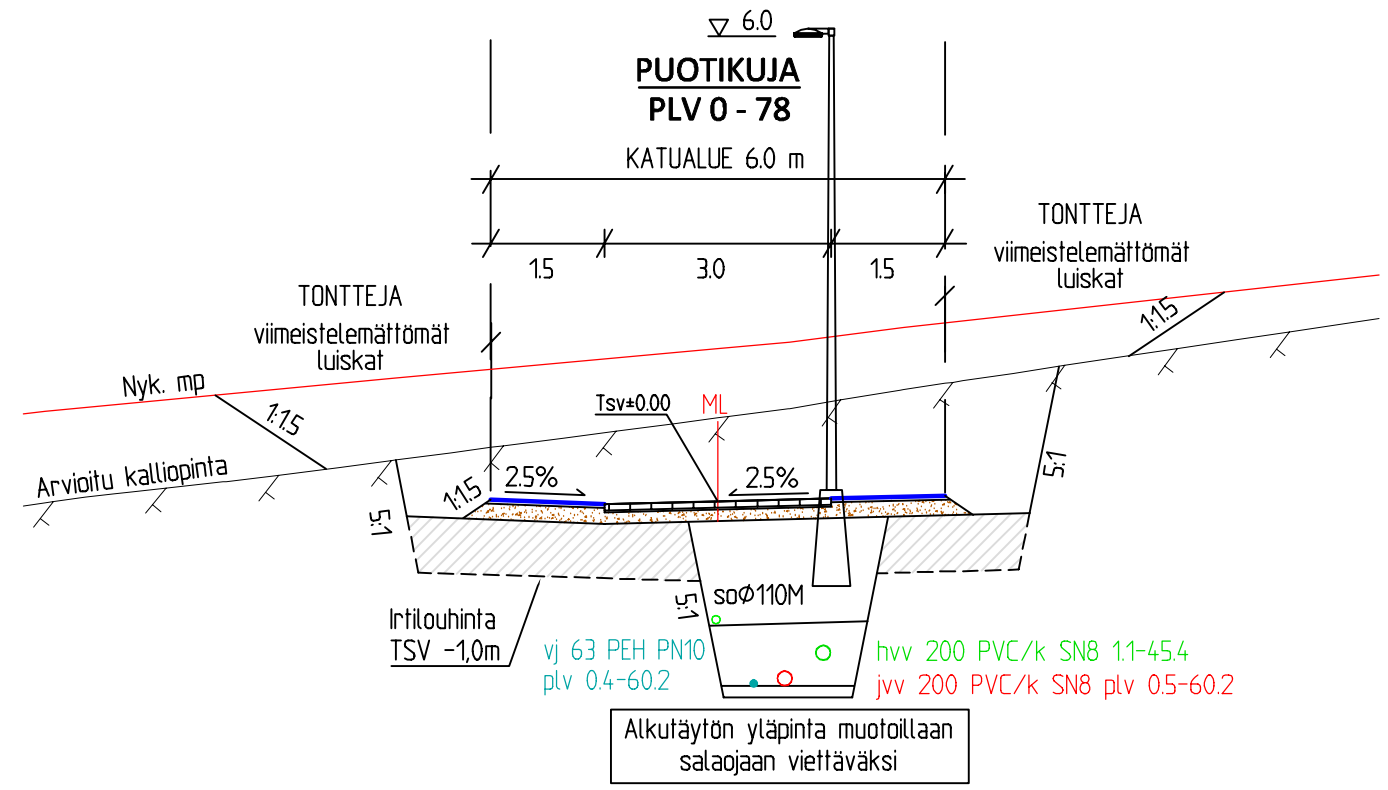
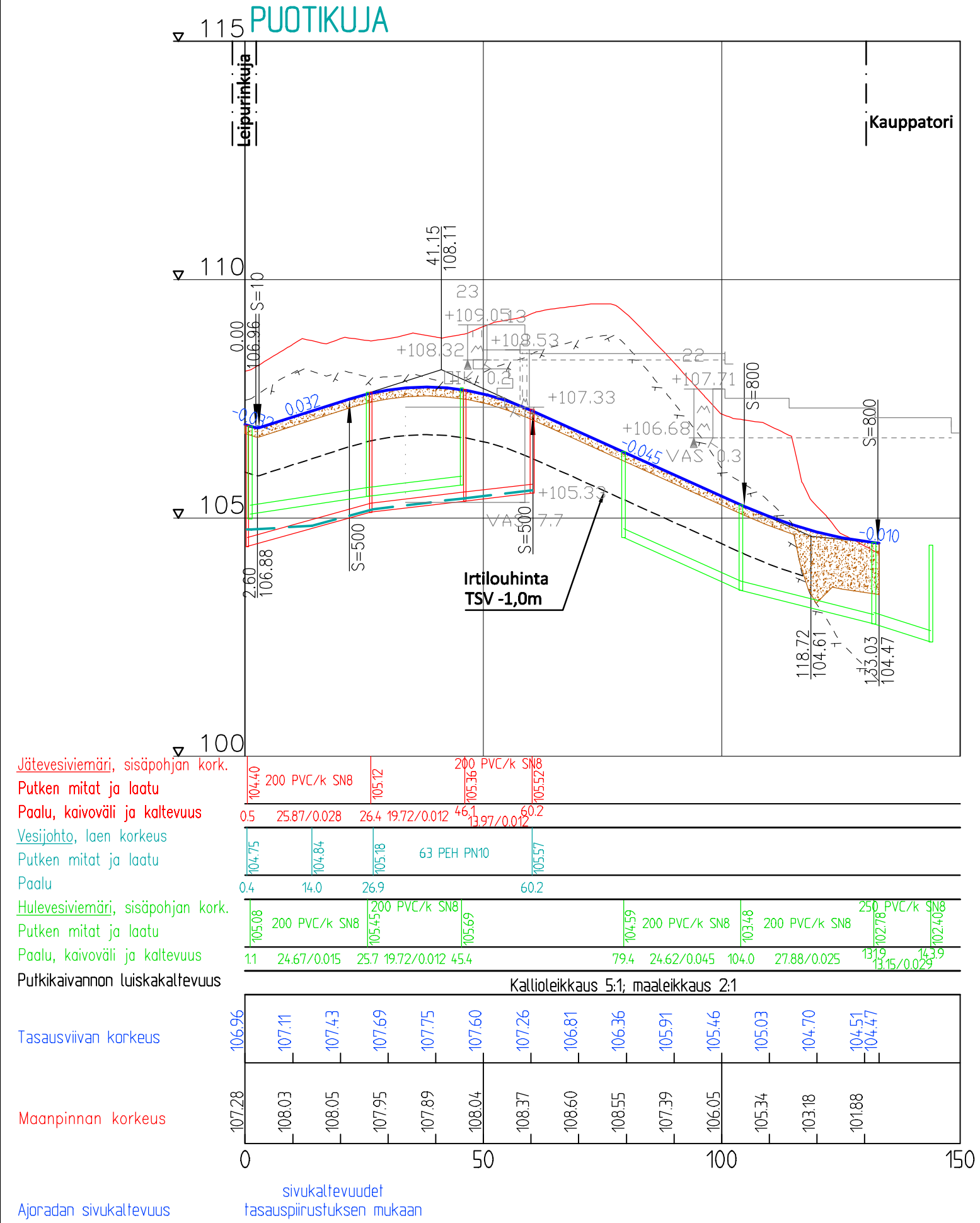
k.osa/ kylä Niemenmaa	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide			Piirustustyyppi Rakennussuunnitelma
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kellosepänkuja			Piirustuksen sisältö Pituusleikkaus Tyyppipoikkileikkaus
Mittakaava 1:1000/1:100 1:100			
NIEMENMAA, PIRKKALA			
Suunn. ala Työnro 1510012431		Tiedosto	
Pirustusnro 1912.120		Pirustuksia Muutos	
Piirt. OSUO	Hyv. Marko Turkki	Pvm 13.2.2015	





Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k.osa/ kylä		kortteli/ tila		Tontti/ Rn:o		Viranomaisen merkintöjä	
Niemenmaa							
Rakennustoimenpide						Pirustuslaji	
						Rakennussuunnitelma	
Rakennuskohteen nimi ja osoite						Mittakaava	
Soljantie						Pirustuksen sisältö	
						Pituusleikkaus	
						Tyypipoikkeileikkaus	
						1:1000/1:100	
						1:100	
NIEMENMAA, PIRKKALA							
				Suunn. ala		Työnro	
Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		KUNNALLISTEKNIikka SUUPANTIE 11 33960 PIRKKALA		1510012431		Tiedosto	
				Pirustusnro		Pirustuksia	
				1912.121		Muutos	
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.)				Pirt.		Pvm	
Juho Suolahti / Otto Suoniemi				OSUO		13.2.2015	
				Hylv.			
				Marko Turkki			



Pohjamaa: Moreeni

RAKENNEKERROKSET	ASF.	KIVEYS
Katuluokka	5	5
Päällyste AB 22	0.05	-
Betonikiveys + asennushiekka	-	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.21	0.15
Jakava kerros KaM 0/90	0.82	0.82
Suodatinkangas	N3	N3
Yhteensä	1.08	1.08



- Rakennekerrokset ulotetaan kallioon, kun kalliopinta on enintään 15 metrin syvyydeltä valmiista pinnasta

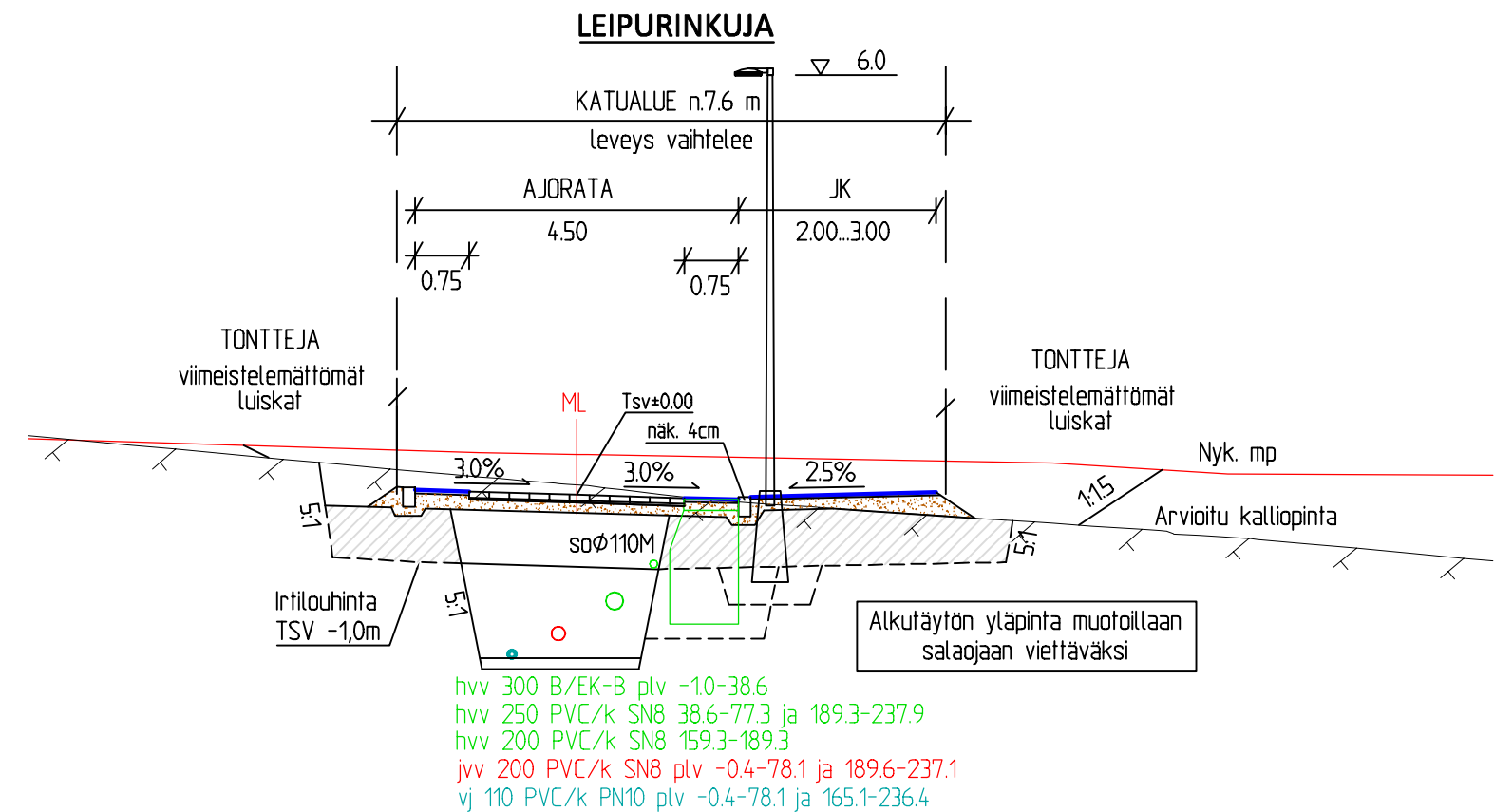
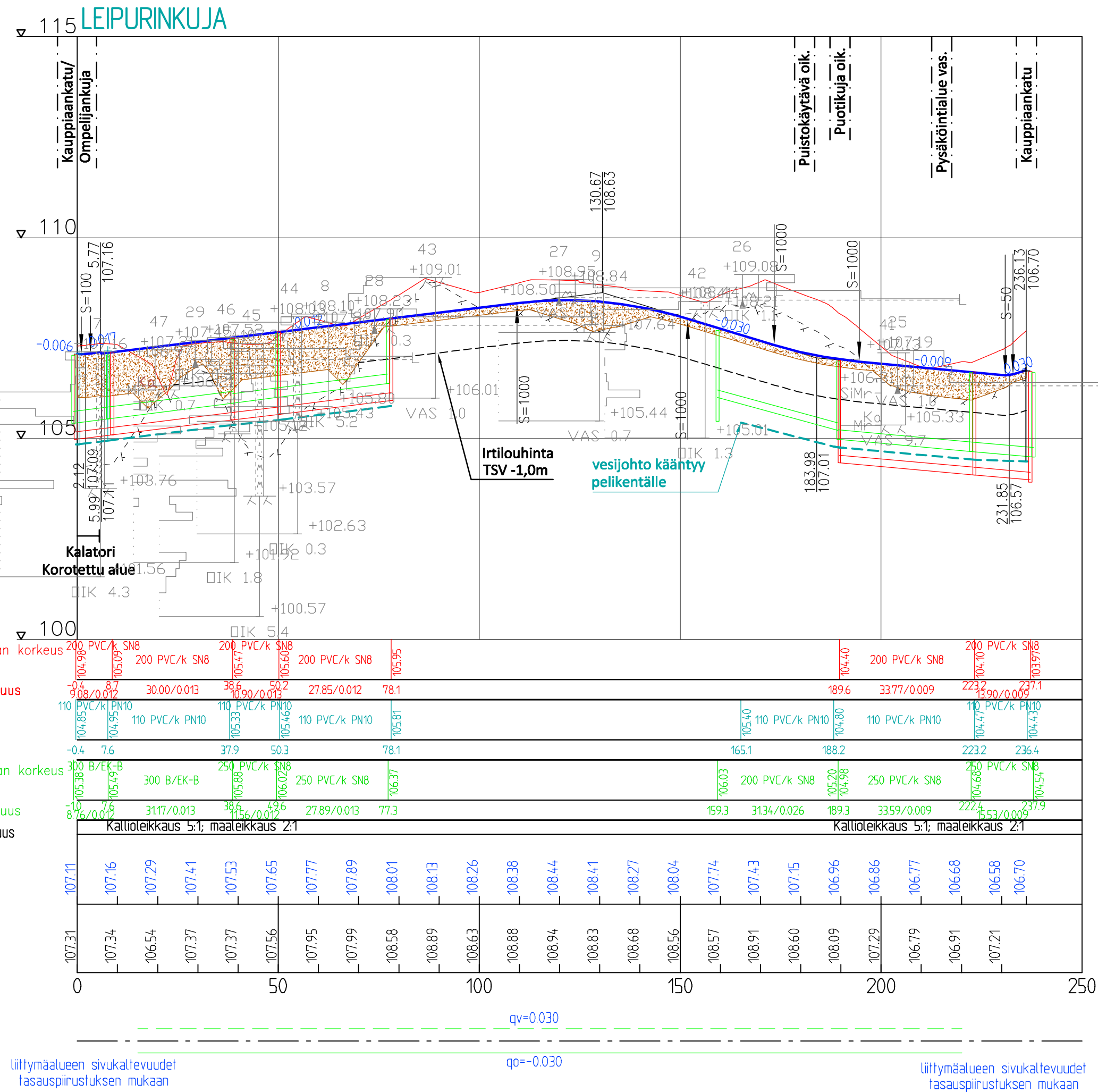
Pohjamaa: Kallio

RAKENNEKERROKSET	ASF.	KIVEYS
Katuluokka	5	5
Päällyste AB 22	0.05	-
Betonikiveys + asennushiekka	-	0.11
Kantava kerros KaM 0/32	0.21	0.15
Yhteensä	0.26	0.26

- Irtilouhinta TSV -1,0m

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k.osa/ kylä	kortteli/ tila	Tontti/ Rn: o	Viranomaisen merkintöjä														
Niemenmaa																	
Rakennustoimenpide			Pirustuslaji Rakennussuunnitelma														
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Pirustuksen sisältö														
Puotikuja			Mittakaava														
			Pituusleikkaus														
			Tyyppipoikkileikkaukset														
			1 : 1000/1: 100														
			1 : 100														
NIEMENMAA, PIRKKALA																	
 <small>Ramboll PL 716, Pankkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi</small>			 <b>PIRKKALAN KUNTA</b>  <small>KUNNALLISTEKNIikka SUUPANTIE 11 33960 PIRKKALA</small>		<table><tr><td>Suunn ala</td><td>Työnro</td><td>Tiedosto</td></tr><tr><td></td><td>1510012431</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">Pirustusno</td><td>Pirustuksia</td></tr><tr><td colspan="2">1912.122</td><td>Muutos</td></tr></table>	Suunn ala	Työnro	Tiedosto		1510012431		Pirustusno		Pirustuksia	1912.122		Muutos
Suunn ala	Työnro	Tiedosto															
	1510012431																
Pirustusno		Pirustuksia															
1912.122		Muutos															
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) Juho Suolahti / Otto Suoniemi			Pirt. OSUO		Hyv. Marko Turkki												
					Pvm 13.2.2015												



Pohjamaa: Moreeni

RAKENNEKERROKSET	AR	JK/KLV
Katuluokka	5	6
Päällyste AB 22 / Betonikiveys	0.05 / 0.11	-
Päällyste AB 11	-	0.04
Kantava kerros KaM 0/32	0.15 ... 0.21	0.15
Jakava kerros KaM 0/90	0.82	0.89
Suodatinkangas	N3	N3
Yhteensä	1.08	1.08

-Rakennekerrokset ulotetaan kallioon,  
jos kallio alle 1,5 m syvyydessä

Pohjamaa: Kallio

RAKENNEKERROKSET	AR	JK/KLV
Katuluokka	5	6
Päällyste AB 22 / Betonikiveys	0.05 / 0.11	-
Päällyste AB 11	-	0.04
Kantava kerros KaM 0/32	0.15 ... 0.21	0.15
Yhteensä	0.26	0.19

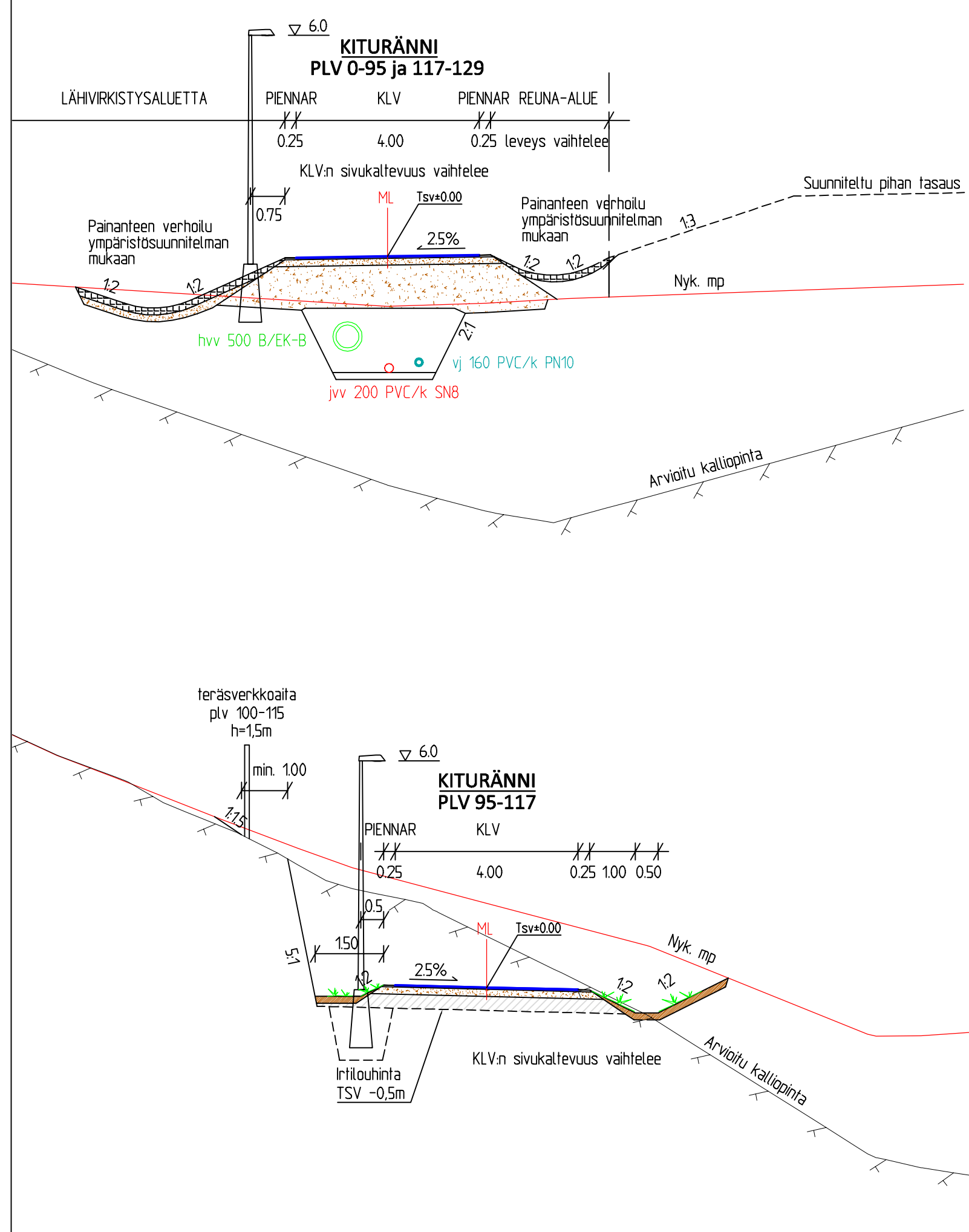
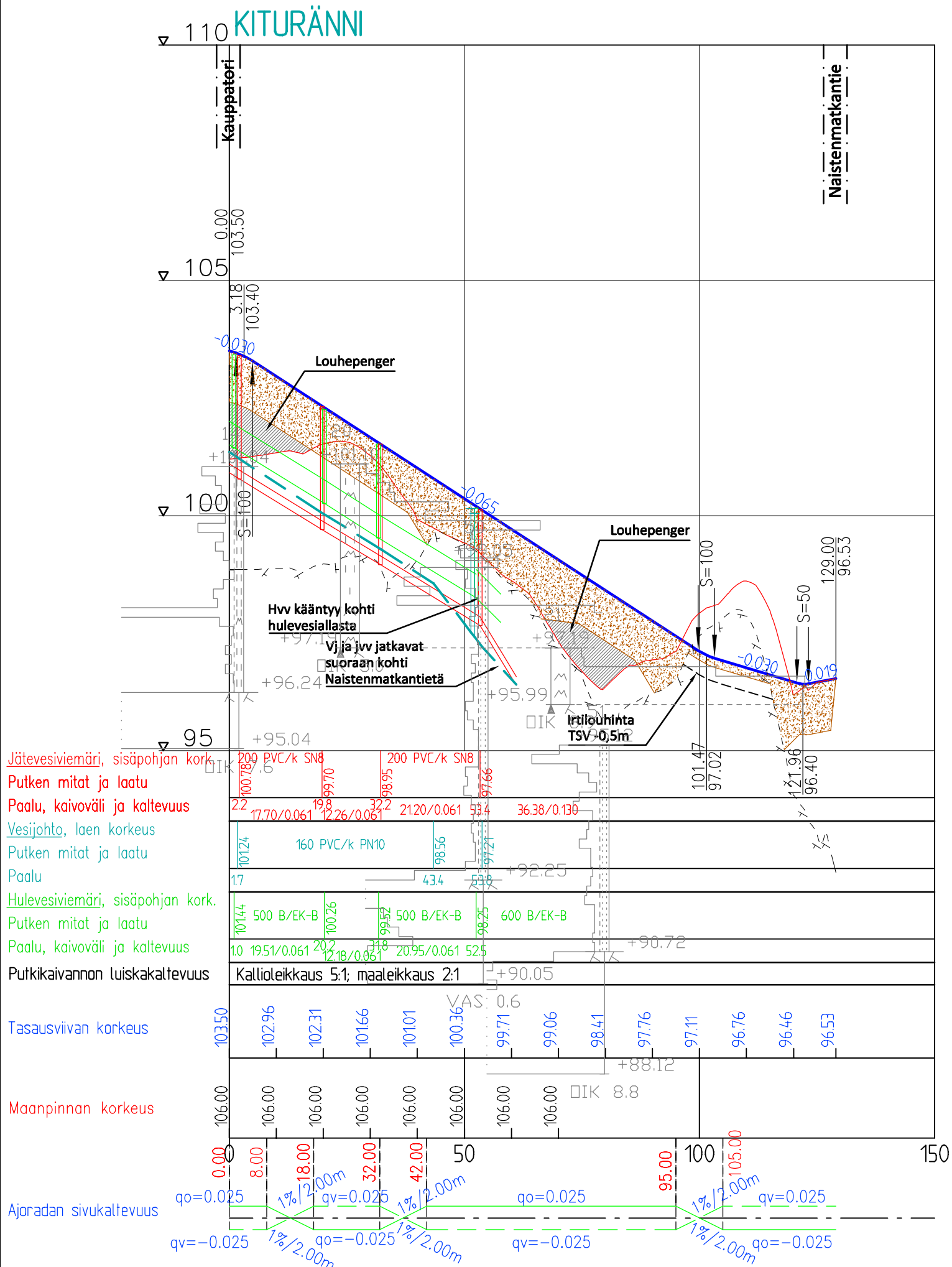
- Irtilouhinta TSV -1,0m

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k.osa/ kylä <b>Niemenmaa</b>	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide			Piirustustyyppi <b>Rakennussuunnitelma</b>
Rakennuskohteen nimi ja osoite <b>Leipurinkuja</b>			Piirustuksen sisältö Pituusleikkaus Tyypipiikkileikkaus
Mittakaava 1:1000/1:100 1:100			
<b>NIEMENMAA, PIRKKALA</b>			
<b>RAMBOLL</b>		Suunn. ala Työnro <b>1510012431</b>	Tiedosto
Ramboll PL 718, Pirkkalanneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi		Piirustuksenro <b>1912.123</b>	Muutos
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) <b>Juho Suolahti / Otto Suoniemi</b>		Piir. OSUO	Hyv. Marko Turkki
		Pvm 13.2.2015	







Pohjamaa: Moreeni

RAKENNEKERROKSET	KL
Katuluokka	6
Päällyste AB 11	0.04
Kantava kerros KaM 0/32	0.15
Jakava kerros KaM 0/90	0.89
Suodatinkangas	N3
Yhteensä	1.08

-Rakennekerrokset ulotetaan kallioon, kun kalliopinta on enintään 15 metrin syvyydellä valmiista pinnasta

-Pengertäytöt pienlouheesta

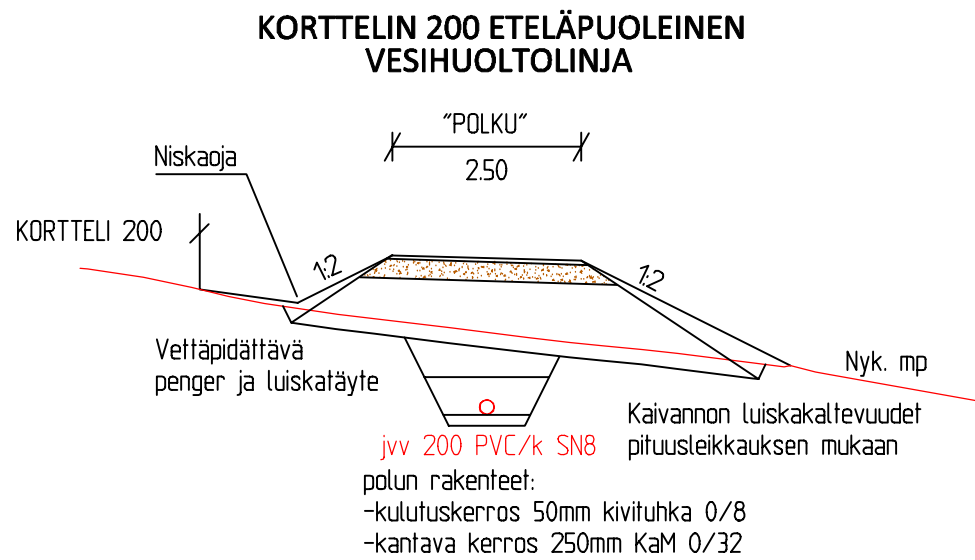
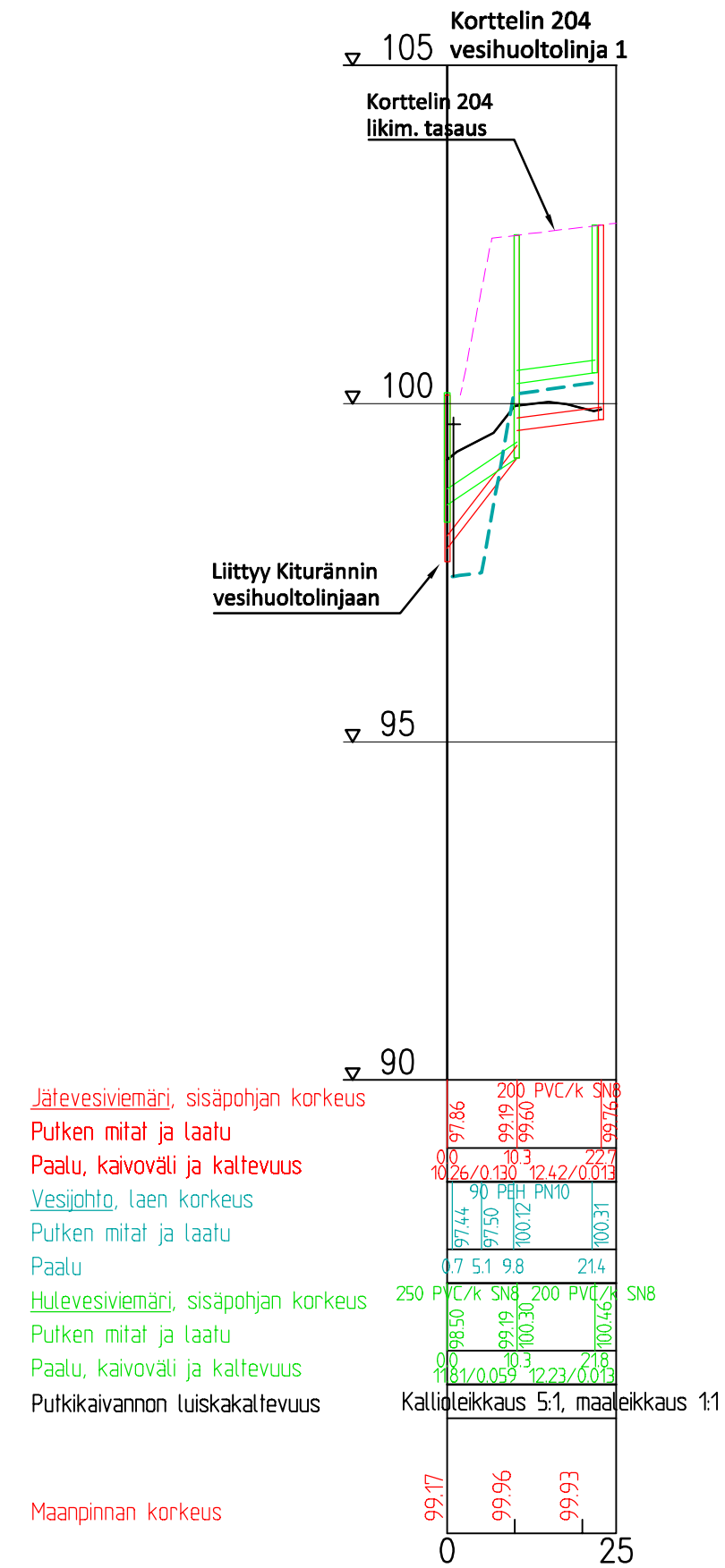
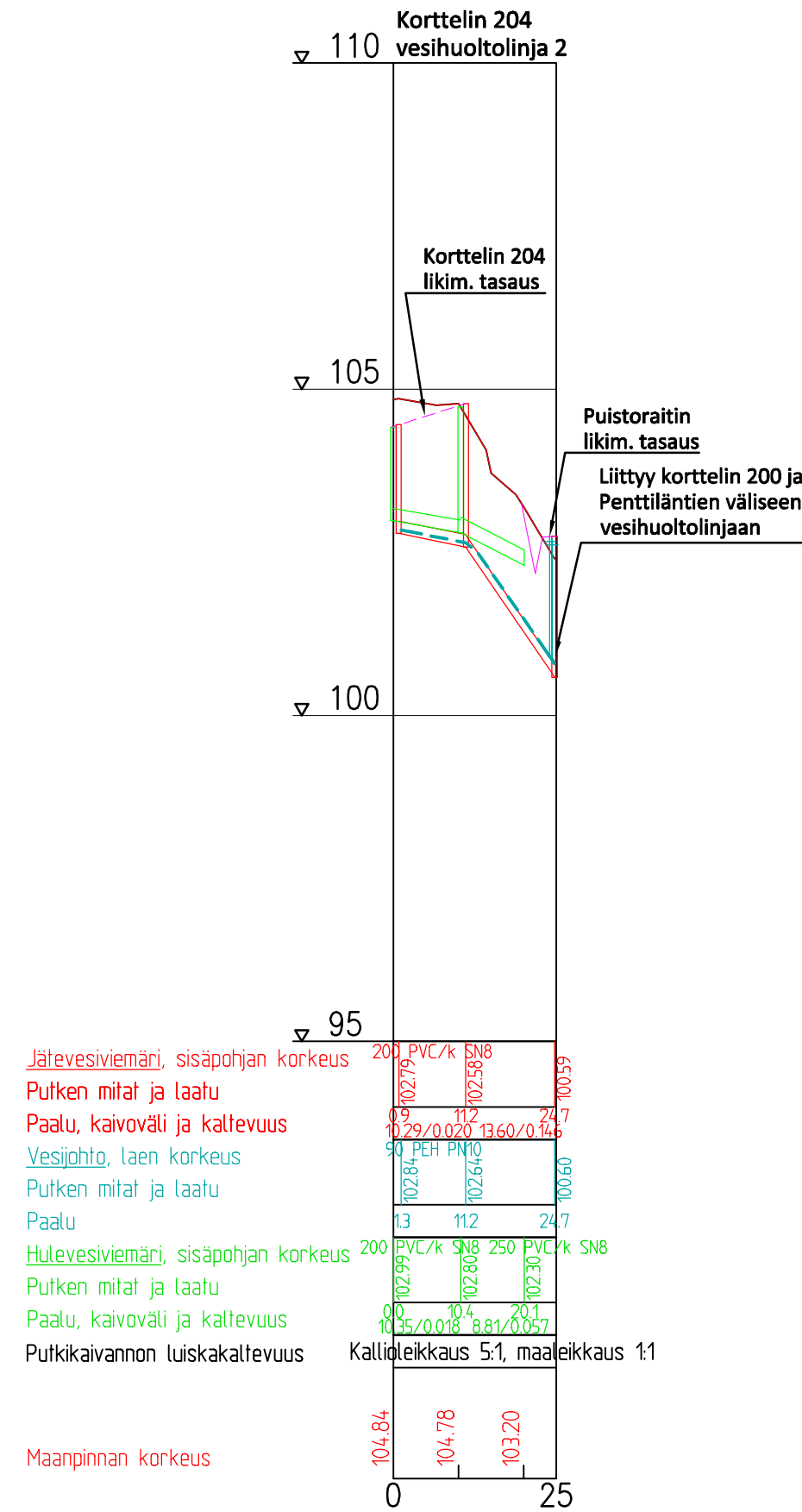
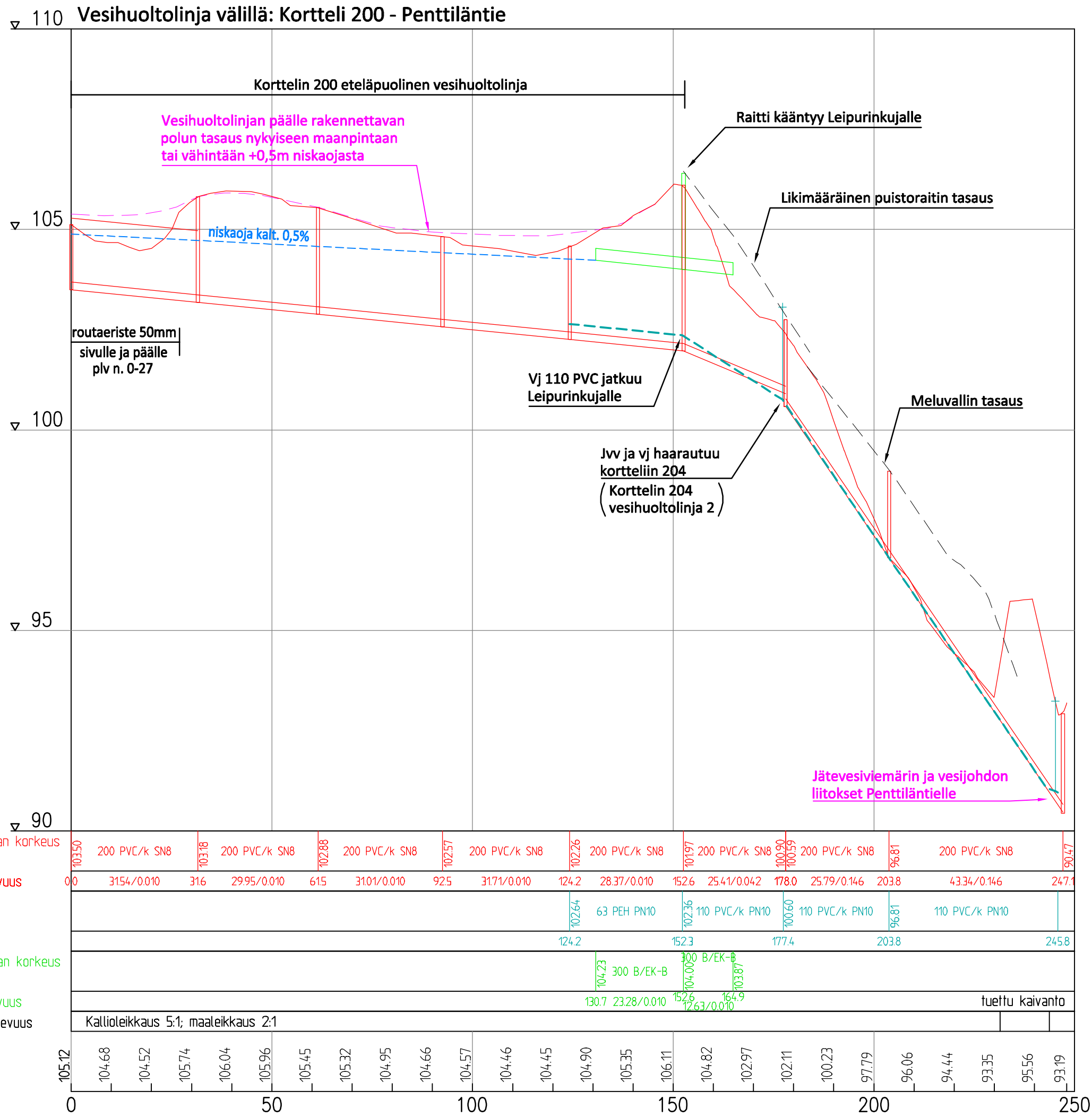
Pohjamaa: Kallio

RAKENNEKERROKSET	KL
Katuluokka	6
Päällyste AB 11	0.04
Kantava kerros KaM 0/32	0.15
Yhteensä	0.19

-Irtilouhinta TSV -0,5m

Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k.osa/ kylä Niemenmaa	kortteli/ tila	Tonntti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	
Rakennustoimenpide			Rakennussuunnitelma	
Rakennuskohteen nimi ja osoite Kituränni ja viherreitit			Piirustuksen sisältö Pituusleikkaus Tyypipoikkileikkaukset	Mittakaava 1:1000/1:100 1:100
NIEMENMAA, PIRKKALA			Suunn. ala Työnro 1510012431	Tiedosto
Ramboll PL 718, Pankkisuunnitelmaku 2 33101 Tampere puh. 020 755 611 www.ramboll.fi			Piirustusno 1912.125	Muutos
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.) Juho Suolahti / Otto Suoniemi			Piirt. OSUO	Hyv. Marko Turkki
			Pvm 13.2.2015	



Tässä suunnitelmassa on käytetty ETRS-GK24-tasokoordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää

k.osa/ kylä	kortteli/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	
Niemenmaa				
Rakennustoimenpide			Pirustustaj	
			Rakennussuunnitelma	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Pirustuksen sisältö	Mittakaava
Vesihuoltolinja välillä: Kortteli 200 - Penttiläntie ja Korttelin 204 vh-linjat NIEMENMAA, PIRKKALA			Pituusleikkaus	1:1000/1:100
			Tyypipoikkileikkaus	1:100
Suunn.(nimi, tutkinto, allekirj.)			Suunn. ala	Tiedosto
Otto Suoniemi			Työnro	1510012431
			Pirustusno	1912.127
			Pirustuksia	Muutos
			Piirt.	Hyv.
			OSUO	Marko Turkki
				Pvm
				13.2.2015